C. GH. RĂDULESCU

Indrumător tehnologic al muncitorilor TURNĂTORI

Editura tehnică

Scanned with OKEN Scanner

Ing. CONSTÁNTIN GH. RĂDULESCU

ÎNDRUMĂTOR TEHNOLOGIC AL MUNCITORILOR TURNĂTORI

Editura tehnică—București

Scanned with OKEN Scanner

În lucrare se expun aspecte tehnologice privind fabricarea pieselor turnate din fonte (cenușii, modificate, maleabile, aliate), din oțeluri, din aliaje neferoase. S-a acordat o pondere importantă procedeelor care au o răspîndire încă mare în turnătoriile românești, precum și acelora care au condiții de extindere. Ca o trăsătură a prezentului îndreptar tehnologic este faptul că s-au detaliat cu precădere, datele și concluziile care determină în ultimă instanță calitatea producției sau care contribuie esențial la diminuarea consumului de manoperă, materii prime, materiale, combustibili și energie. În aceeași ordine de idei se evidențiază faptul că lucrarea detaliază diferit etapele procesului tehnologic de turnare, tocmai plecînd de la premiza abordării cu prioritate a aspectelor mai dificile, mai importante.

În aceste condiții se poate afirma că sub forma prezentată, îndrumătorul tehnologic are cea mai largă adresabilitate, de la muncitorii calificați, la șefii de echipă, maiștri, iar în unele privințe cadrelor cu pregătire superioară care lucrează nemijlocit în producție. Lucrarea se poate utiliza și în procesul de învățămînt (mediu și superior), ca și în procesul de perfecționare profesională.

Redactor: ing. PAUL IORDĂNESCU
Tehnoredactor: ELLY GORUN
Coperta: VALENTIN VIȘAN

Bun de tipar: 6.02.1981; Coli de tipar: 18,5; C.Z.: 621.74(075,6)

Tiparul executat sub comanda nr. 1515 la
Întreprinderea poligrafică
„13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97
București,
Republica Socialistă România

ing. Dogaru Angela.

PREFAŢĂ

Cercetările arheologice au stabilit că pe teritoriul României, în Dobrogea, în Banat şi în Transilvania se produceau prin turnare diferite obiecte de largă utilizare sau de ornament (inclusiv bijuterii), chiar cu mai mult de 3000 de ani în urmă. Totuşi, aspectul artizanal al activităţii de turnare a metalelor şi aliajelor este depăşit doar în ultimele două-trei sute de ani. Un salt tehnic în urma căruia se înregistrează un adevărat progres în producerea pieselor turnate din fonte, oţeluri şi aliaje neferoase se realizează abia începînd cu anul 1948. De atunci, pe baza concepţiei Partidului Comunist Român privind industrializarea ţării, producţia turnătoriilor româneşti care era cu mult sub 100000t/an, s-a amplificat continuu, reuşindu-se să se ajungă la 865 000 t/an în 1970, apoi, la 1 350 000 t/an în 1975. În conformitate cu prevederile Promului Partidului Comunist Român, Congresul al XII-lea a aprobat ca în anul 1985 să se ajungă la producţia de 3 000 000 t/an de piese bune turnate (prevederile pentru anul 1990 sînt în jur de 4 000 000 t/an).

Scanned with OKEN Scanner

Cu realizările existente și cu prevederile pentru deceniul următor, România se situează printre țările cu activități deosebite în producția de piese turnate. Și din punctul de vedere al sorto-tipo-dimensiunilor și al calității ne situăm în rîndul țărilor cu puternice preocupări actuale în acest domeniu. În turnătoriile din R. S. România se produc cele mai diferite tipuri de piese (de la cîteva grame la zeci de tone), în plus fiind aplicate absolut toate tehnologiile moderne de formare-turnare. Deosebita vechime de pe aceste meleaguri a activității de turnare a metalelor și aliajelor, dotarea impresionantă din ultimul timp, au constituit condițiile pentru existența unor specialiști cu înaltă competență profesională. Lîngă aceștia lucrează și mulți muncitori, tehnicieni și ingineri în curs de formare. De la aceste premise obiective a plecat Editura tehnică cînd a hotărît crearea unei puternice acțiuni de editare a lucrărilor pentru domeniul turnării metalelor și aliajelor. Practic, literatura cu acest specific s-a realizat în ultimii 30 de ani, ani care de fapt coincid cu existența editurii și cu precădere în ultimii 15—20 de ani.

La început s-au promovat mai ales traducerile, iar în ultimii 15 ani cu mult curaj și mai ales în deplină reușită, literatura elaborată de reputați specialiști români în acest domeniu.

În contextul acestor situații, precum și pentru aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de către Congresul al XII-lea al P.C.R. privind reducerea consumurilor materiale, de energie și combustibil în secțiile mari consumatoare ale acestora, așa cum sînt turnătoriile, publicarea prezentului „Îndrumător tehnologic al muncitorilor turnători" devine urgentă. Lucrarea, cu mare adresabilitate, este un ghid practic la îndemîna turnătorilor, atît a celor care își ridică nivelul pregătirii profesionale, cît și, în anumite privințe, acelora în curs de calificare.

Ing. CONSTANTIN GH. RĂDULESCU

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 1

MATERIALE ŞI AMESTECURI DE FORMARE

Amestecul de formare reprezintă materialul folosit la executarea formelor. Ca să îndeplinească funcţia de suport al metalului lichid, amestecul de formare trebuie să conţină un mamerial de bază drept suport (de obicei nisip de turnătorie), un material care să facă legătura între granulele materialului de bază (liant) şi diferite alte componente care să îmbunătăţească unele proprietăţi.

1. MATERIALE DE FORMARE

Materialele de formare reprezintă totalitatea elementelor componente ale amestecurilor. Componentul de bază al amestecurilor de formare îl constituie nisipul de turnătorie, care poate fi *natural* (cuarţul, zirconul, olivina, cromitul etc.) sau *sintetic* (cromomagnezita, şamota etc.).

1.1. Nisipul cuarţos

Nisipurile cuarţoase se clasifică conform STAS 5609-73 şi STAS 3625-75 după următoarele criterii:

— după componentele levigabile în şase clase: N 0,2; N 0,5; N 1,5; N 10; N 20; N 30;
— după granulaţia medie, în cinci grupe: (M 50) 01 — foarte fină; (M 50) 02 — fină; (M 50) 04 — mijlocie; (M 50) 06 — mare şi (M 50) 1 — foarte mare.
— după gradul de uniformitate, în patru grupe: (Gu) 70% — foarte mare; (Gu) 70 — mare; (Gu)60 — uniform; (Gu)40 — neuniform.

Nisipurile cuarţoase din R. S. România se pot procura de la:
— Văleni de Munte (jud. Prahova), (M 50)02 şi (Gu)60;
— Aghireş (jud. Cluj) (M 50) 04 şi (Gu) (0;
— Caraorman, (jud. Tulcea) (M 50)02 şi (Gu) 70%;
— Brăneşti-Zolt (jud. Timiş);
— Doclin (jud. Caraş-Severin), care este un nisip semigras, utilizabil direct la turnarea unor aliaje;

Scanned with OKEN Scanner

— Popești (jud. Cluj), care se poate utiliza la turnarea pieselor mici în forme crude;
— Araci (jud. Covasna), (M 50)01;
— Miorcani (jud. Botoșani).

1.2. NISIPUL DE ZIRCON

Acest nisip, care se obține din Australia și Senegal, are dilatări foarte reduse și refractarități ridicate. Nisipurile de zircon sînt foarte uniforme și se încadrează din punctul de vedere al granulației, în fine și foarte fine.

1.3. NISIPUL DE OLIVINĂ

Acest nisip este de proveniență norvegiană. El se procură sub formă de roci și apoi se prepară pe cale mecanică în grăunți. Acest nisip are caracter neutru sau slab bazic, ceea ce-i conferă o bună comportare la turnarea oțelului manganos.

1.4. NISIPUL DE CROMIT

Nisipul de cromit se utilizează la turnarea pieselor mari de oțel. Cel mai obișnuit, zăcămintele din care se obțin nisipurile de cromit conțin peste 40% Cr_3O_2 (zăcămintele din U.R.S.S., Zimbabwe, India, Albania etc.)

1.5. NISIPUL DE CROMOMAGNEZITĂ

De obicei, acest nisip se obține prin măcinarea și clasarea produselor de sfărîmare din cărămizile sau masele stampate executate din cromomagnezite, putîndu-se prepara și din magnezite și minereu de crom. Nisipurile de cromomagnezită rezistă bine la răcirile și încălzirile bruște.

1.6. NISIPUL DE ȘAMOTĂ

Acest nisip, deși scump, a început să aibă utilizare largă la turnarea pieselor de dimensiuni mari și cu pereți groși. Utilizarea se datorește bunei refractarități, reacției optime dintre nisip și liant, precum și sensibilității reduse la șocurile termice.

1.7. LIANȚI ANORGANICI NATURALI

Deși în ultimul timp lianții sintetici au căpătat o mai largă utilizare, totuși cei mai răspîndiți lianți în turnătoriile din țara noastră continuă să fie tot lianții naturali.

Scanned with OKEN Scanner

Argila. Este un mineral cu structura în foiţe. Argilele de turnătorie sînt refractare, avînd ca element de bază caolinul; de aceea se cunosc sub denumirea de argile caolinitice. Argilele de turnătorie (STAS 5608-73) din ţara noastră se exploatează de la: Medgidia, Şuncuius, Tg. Jiu şi Anina.

Bentonita. Dintre bentonitele indigene cele mai bune rezultate le-au dat în turnătorii bentonitele din zăcămintele Oraşul Nou şi Oarda Ciugud (jud. Caraş-Severin). Bentonita din Oraşul Nou este optimă în varianta activării cu carbonat de sodiu în suspensie, încălzit. Bentonita de Oarda Ciugud se comportă bine dacă este supusă unei activări cu carbonat de sodiu. Condiţiile de calitate şi livrare sînt stabilite în STAS 3624-74.

1.8. LIANŢI ANORGANICI SINTETICI

Dintre aceşti lianţi fac parte materialele de origine minerală, care prin procese tehnologice dintre cele mai diferite capătă însuşiri de liere pentru nisipurile de tunnătorie.

Silicatul de sodiu. Acesta se prezintă (conform STAS 2902-67) în cinci tipuri (SA, SB, SC, SD şi St), diferite mai ales din punctul de vedere al modulului şi al densităţilor relative.

Cimentul. In turnătorii se folosesc cimenturile Portland, aluminoase, de furnal sau din ce în ce mai mult amestecurile de ciment Portland şi ciment de furnal. Pentru realizarea duratelor de priză în forme, cimentului i se adaugă clorură ($Ca\ Cl_2$ şi $Al\ Cl_3$). Pentru cimenturile Portland un bun accelerator poate fi şi de clorura de sodiu; pentru cimenturile aluminoase această clorură are rol inhibitor.

Ipsosul. Utilizarea isposului în turnătorii este posibilă doar prin adaos de acceleratori de priză (carbonatul de sodiu, hidratul de calciu, clorura de sodiu, sulfatul de calciu, sulfatul de potasiu, acidul clorhidric etc.) şi prin adaos de intîrzietori de priză (cheratina, fosfatul trisodic, boraxul, acidul fosforic etc.).

1.9. LIANŢI ORGANICI SINTETICI

Din această categorie fac parte foarte multe tipuri de lianţi. Dacă înainte, ca lianţi organici sintetici, se foloseau rezidurile din alte industrii (melasă, leşie sulfitică, gudroane etc.) sau uleiul de in, în ultima perioadă de timp au apărut multe alte produse organice sintetice. Aceste produse permit obţinerea unor amestecuri de formare cu proprietăţi deosebite (rezistenţe mari, autoîntăriri, permeabilităţi mari, dezbatere uşoară

Scanned with OKEN Scanner

etc.). Lianții cei mai apreciați din acest punct de vedere sînt rășinile sintetice.

Rășinile fenol-formaldehidice. Sînt utilizate în procedeul Croning. Sînt două tipuri de rășini: termoreactive (lacuri de bachelită) și termoplastice (novolac). Novolacul este livrat de Combinatul chimic Făgăraș.

Rășinile carbamidice. Aceste rășini se întăresc la rece în prezența unor acizi organici, săruri sau esteri acizi. În turnătorii se utilizează rășinile ureo-formaldehidice sau melamino-formaldehidice.

Rășinile furanice. Aceste rășini sînt utilizate la executarea amestecurilor de formare cu autoîntărire.

Rășini modificate. Sînt rășinile fenol-formaldehidice sau ureo-formaldehidice modificate cu substanțe zaharoase. Prin modificarea se ameliorează proprietățile tehnologice ale lianților, ale amestecurilor pentru miezuri.

Rășinile poliesterice. Cele mai utilizate sînt poliesterii aromatici.

Uleiurile vegetale. Se extrag aproape din toate tipurile de fructe și semințe: uleiul de in (de obicei însoțit cu acceleratorul de întărire, perborat de sodiu), uleiul de cînepă, uleiul tehnic de floarea soarelui etc.

Dextrina Dextrina din turnătorii are caracteristicile din STAS 8-64. Ea este un produs al amidonului.

Lianții zaharoși. Dintre aceștia se utilizează zahărul și mai ales melasa.

Leșia sulfitică. Este un produs secundar obținut în procesul de fabricare a celulozei de lemn (în R. S. România se obține pornind de la moliftan).

Silicatul de etil. Are largă utilizare datorită refractirității ridicate care o conferă amestecurilor după hidrolizare. Din acest motiv este utilizat la prepararea vopselelor refractare.

1.10. ADAOSURI PENTRU AMESTECURI DE FORMARE

În această categorie intră substanțele care se introduc în vederea îmbunătățirii unor proprietăți tehnologice ale amestecurilor de formare.

Amestecurile cărbunoase. Din această grupă face parte cărbunele de lemn, cărbunele mineral, cocsul de turnătorie, smoala de cărbune, grafitul etc.

Făina de lemn. Are o utilizare largă datorită faptului că are mai multe influențe asupra amestecurilor de formare (permeabilitate, liere parțială, crearea unor atmosfere reducătoare, limitează dilatarea grăunților de nisip etc.).

Făina de cuarț se livrează conform STAS 6737-75 de două calități.

Scanned with OKEN Scanner

Clorura de amoniu. Se utilizează ca întăritor al crustelor ceramice pentru procedeul de turnare cu modelele ușor fuzibile.

Talcul. Se livrează conform STAS 11124-78 în două tipuri (după conținutul în CaO și MgO), fiind utilizat ca material antiaderent.

Față de importanța pe care o are în amestecurile de formare se consideră că este necesar a se detalia aspectele legate de:

— materialele pentru mărirea permeabilității și compresibilității;
— materialele antiaderente;
— materialele de izolare;
— materialele pentru repararea și asamblarea formelor și a miezurilor.

Materiale pentru mărirea permeabilității și compresibilității. Cele mai folosite materiale în acest scop sînt: făina de lemn, pleava și turba. Amestecurile care conțin și rumeguș se folosesc mai ales la turnarea fontei și a oțelului. Pleava, pe lîngă faptul că mărește compresibilitatea, impiedică formarea de crăpături în forme de uscare. Turba introdusă mai ales în ultimii ani în amestecuri, pe lîngă faptul că îmbunătățește compresibilitatea, mărește și rezistențele mecanice.

Materiale antiaderente. Aceste materiale antiaderente sînt materiale auxiliare, care se introduc în amestecul de formare (materiale cărbunoase) sau se aplică pe suprafața formelor și a miezurilor (pudre și vopsele de turnătorie) pentru evitarea formării aderențelor pe piesele turnate. Praful de cărbune, bitumul și păcura din amestecurile de formare, încălzite puternic în zona de contact cu metalul lichid, degajează substanțe volatile. Aceste substanțe volatile se așază ca un film izolant între piesă și formă, împiedică contactul lor direct. Cînd o parte din gazele volatile ard, pe suprafața formei se depune un strat de funingine care se comportă ca o izolație. Bitumul și păcura dau rezultate și mai bune.

Pudrele de turnătorie sînt materiale antiaderente constituite fie din materiale combustibile (pudre combustibile), sau din materiale refractare (pudre refractare), care a se aplică pe suprafața formelor și a miezurilor crude.

Cele mai întîlnite pudre combustibile sînt:

— mangalul, de preferat cel obținut din lemn, măcinat fin (maximum 60% trebuie să treacă prin sita de 0,06 mm);
— grafitul natural (cel puțin 70% C), care trebuie să aibă culoare argintie;
— făina de cuarț, de altfel cea mai utilizată; se prezintă sub formă de praf foarte fin (minimum 90% trebuie să treacă prin sita de 0,06 mm).

Vopselele de turnătorie sînt emulsii compuse dintr-un material refractar (nisip, praf de grafit), liant și apă. După tipul alia-

Scanned with OKEN Scanner

jului, vopselele sînt pentru: oţel, fonte şi aliaje neferoase. Cele mai indicate compoziţii ale vopselelor pentru piese din oţel sînt:
— pentru piesele mici din oţeluri carbon, 70% nisip de Vălenii de Munte, 27% leşie sulfitică şi 3% bentonită;
— la piese din oţeluri manganoase, 90% magnezită fin măcinată şi 10% leşie sulfitică;
— la piese mari, 70% resturi de cărămizi cromitomagnezitice măcinate fin şi 30% leşie sulfitică (stratul aplicat trebuie să aibă grosimi cuprinse între 3 şi 7 mm);
— la piese din oţel carbon turnate în forme semipermanente, 50% grafit argint, 30% cocs măcinat şi 20% argilă, iar după amestecare se adaugă ulei de in fiert şi petrol în părţi egale; pasta obţinută se dizolvă în apă.

Compoziţiile cîtorva vopsele pentru piese din fontă sînt:
— la piese mici — 20% mangal, 10% cărbune, 60% cocs, 5% leşie sulfitică (sau melasă) şi 5% argilă (apă pînă la concentraţia dorită);
— la piese mijlocii — 18% grafit, 35% mangal, 35% cocs şi 12% argilă (apă pînă la concentraţia dorită);
— la piese mari — 40% grafit, 20% mangal, 20% cocs şi 20% argilă refractară (apă cu melasă pînă la obţinerea concentraţiei dorite).

Cele mai indicate vopsele pentru piese din aliaje neferoase sînt:
— la piese din aliaje cu baza de cupru, aceea recomandată la piesele mari din fontă;
— la piesele din aliajele cu baza de aluminiu, aceea recomandată la piesele mijlocii din fontă;
— la piesele din aliaje cu baza de magneziu: 68% talc, 3,5% acid boric, 1,5% dextrină şi 27% apă.

Materiale de izolare. Materialele de izolare împiedică lipirea amestecului de formare pe suprafaţa modelului, a cutiei de miez, a plăcii-model sau pe suprafaţa de separaţie. Se utilizează fie sub formă de pudre (pudre de izolare), fie sub formă se emulsii (emulsii de izolare). Ca pudre de izolare servesc: licopodiumul, praful de cuarţ, praful de grafit etc. *Licopodiul* este cea mai bună pudră de izolaţie, dar şi cea mai scumpă. Din acest motiv, în ultimul timp se foloseşte cu bune rezultate nisipul uscat de Vălenii de Munte, măcinat foarte fin. Ca emulsie de izolare serveşte emulsia de stearat de calciu. O metodă de evitare a lipirii amestecului pe modele sau cutii de miez metalice este încălzirea acestora pînă la 40—50°C.

Materiale pentru repararea şi asamblarea formelor şi a miezurilor. Pentru finisarea formelor şi a miezurilor (lipire, reparare şi asamblare) sînt necesare anumite materiale, care în turnătorie se cunosc sub denumirea de cleiuri, chituri sau paste de reparat.

Scanned with OKEN Scanner

Cleiurile servesc la lipirea miezurilor executate din două sau mai multe bucăţi. Cele mai indicate cleiuri sînt:
— pentru miezuri uscate — cleiul sulfitic (15 l leşie sulfitică, 2,6 kg cretă şi 30 kg dextrină);
— pentru miezuri crude — cleiul de dextrină (se prepară prin fierberea dextrinei în apă, în cantităţi egale).
Chiturile se utilizează la umplerea ştirbiturilor sau a fisurilor la miezurile uscate. Chiturile folosite în turnătoriile din ţara noastră au următoarele compoziţii:
— pentru piese din oţel — 42% argile de Medgidia, 42% leşie sulfitică şi 16% apă;
— pentru piese din fontă — 71% grafit, 5% dextrină, 7,5% argilă diluată (2 kg argilă dizolvată în 2 l apă) şi 16,5% apă;
— pentru piese din aliaje cu bază de cupru — chitul pentru piese din fontă;
— pentru piese din aliaje cu bază de aluminiu — 72% nisip de Vălenii de Munte, 8% bentonită şi 20% apă;
— pentru piese din aliaje cu bază de magneziu — 19,5% nisip de Vălenii de Munte, 44,2% talc, 1,2% dextrină, 3,1% acid boric şi 32,5% apă.
Pastele de reparat servesc pentru diverse completări ale miezurilor, precum şi pentru umplerea spărturilor dintre semiforme în suprafaţa de separaţie. Pentru piesele din oţel pasta are aceeaşi compoziţie ca şi chitul respectiv. Pentru piesele din fontă şi din aliaje cu bază de cupru, pasta se prepară din amestec pentru miezuri 93% şi clei sulfitic 7%, iar pentru cele din aliaje cu bază de aluminiu, din nisip de Vălenii de Munte 70%, talc 15%, miniu de fier 7,0% şi apă 8,0%.

2. AMESTECURI DE FORMARE

Amestecurile de formare includ atît amestecurile pentru miezuri, cît şi amestecurile pentru forme. Datorită solicitărilor diferite la care sînt supuse miezurile şi formele, există diferenţe mari între compoziţiile amestecurilor pentru miezuri şi cele pentru forme.
La stabilirea reţelei de preparare a amestecurilor de formare trebuie să se ţină seama de gradul de complexitate al piesei turnate, deci de însăşi complexitatea miezului şi a formei. Din punctul de vedere al complexităţii şi al dimensiunilor, miezurile se împart în cinci clase şi anume:
— clasa I, miezuri cu forme complicate şi secţiuni subţiri;
— clasa a II-a, miezuri cu părţi compacte şi masive combinate cu nervuri şi pereţi subţiri;

Scanned with OKEN Scanner

— clasa a III-a, miezuri cu dimensiuni mijlocii și cu forme masive pentru suprafețe interioare neprelucrabile;
— clasa a IV-a, miezuri cu forme simple, avînd dimensiuni mai mari;
— clasa a V-a, miezuri cu dimensiuni foarte mari, pentru piese de greutate și dimensiuni foarte mari.

Pînă în urmă 10—15 ani criteriile de clasificare a amestecurilor de formare erau în principal cele legate de tipul liantului și mai ales de modul de formare (manual sau mecanizat). Marea diversitate a lianților a determinat evaluarea altor criterii. Se vor reține acelea care se referă la starea modelului și a cutiilor de miez. Din acest punct de vedere există:

— amestecuri pentru modele și cutii de miez reci;
— amestecuri pentru modele și cutii de miez calde.

Separat sînt grupate și amestecurile pentru formarea cu modele ușor fuzibile.

2.1. AMESTECURILE DE FORMARE CARE SE UTILIZEAZĂ LA MODELE ȘI CUTII DE MIEZ RECI

În această grupă intră foarte multe tipuri de amestecuri. Ca lianți se utilizează lianții naturali, ca lianții sintetici cu autointărire sau lianții care se întăresc prin reacții chimice.

Amestecuri pentru forme și miezuri crude. În această grupă intră mai ales amestecurile cu argilă și bentonită. Pentru piese din fontă de dimensiuni mici și mijlocii se pot utiliza amestecuri de compoziția:

— amestec folosit 72%;
— nisip de Aghireș dublu spălat 8,5%;
— bentonită din Oarda Ciugud activă.... 10%;
— cărbune 4,5%;
— dextrină ..... 1 %;
— sodă calcinată 0,3%;
— apă pentru a asigura umiditatea totală de2,8—3,5%.

Caracteristicile prescrise se referă la: valori de 150 unități de permeabilitate și rezistența la compresiune de 1—1,5 daN/cm².

Pentru a turna fonte în piese mari și pereți subțiri (căzile de baie, carterele etc.), în rețeta anterioară se impune a se introduce și 4% făină de lemn.

Piese cu pereți subțiri din oțel se pot turna în forme din amestecuri cu

— nisip de Aghireș ..... 94—92%;
— bentonită (sodică), chiar de Orașul Nou ..... 6—8%;
— apă ..... 4—4,5%.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristici: 150—200 unităţi de permeabilitate şi rezistenţa la compresiune, 0,42—0,63 daN/cm².
Piesele mari de oţel (5—7 t) se pot realiza prin turnare în forme din amestecuri cu:

— nisip de Aghireş 90,4%;
— bentonită 7,2%;
— sodă calcinată 1,4%;
— dextrină 1,0%;

Caracteristici: 300 unităţi de permeabilitate (UP), iar rezistenţa la compresiune, 0,8—1,0 daN/cm².
În cazul aplicării presiunilor înalte de formare în mod obişnuit se adaugă şi bitum. Compoziţia chimică a amestecului:

— nisip cuarţos 92%;
— bitum 2%;
— bentonită 4%;
— apă ..... 2%.

Caracteristici: rezistenţa la compresiune, 0,90 daN/cm² şi permeabilitatea, 210—220 UP.
O altă reţetă de amestec:

— nisip cuarţos 91,5%;
— argilă 6,5%;
— praf de huilă 2%;
— apă pentru o umiditate a amestecului de 2,5—4%, care să confere o umiditate redusă acestuia. Caracteristici: 150 UP şi rezistenţa de compresiune, 0,54 daN/cm². La aceste amestecuri se mai utilizează şi 0,5—2% lianţi din cereale.

După experienţa I.A. Braşov, pentru formarea la presiuni înalte se recomandă următoarea reţetă:

— nisip de Aghireş dublu spălat 88%;
— bentonită activată 9%;
— cărbune 3%;
— apă... pentru o umiditate totală finală de .....3,4—3,6%.

Caracteristicile obţinute sînt: 65 UP şi rezistenţa la compresiune, 2,9 daN/m².
Rezultate bune se obţin şi cu amestecul de formare cu:

— nisip cuarţos 91,2%;
— bentonită ..... 6 %;
— ulei mineral 2,5%;
— acetonă ..... 0,3%.

Pentru a reduce sensibil reacţia dintre metal şi formă, mai ales la turnarea în forme neuscate cu miezuri crude, în locul apei au început mai larg să se utilizeze glicoli (trietilenglicol, bietilenglicol sau monoetilenglicol). Adaosul de glicol este acela corespunzător unei treimi din umi-

Scanned with OKEN Scanner

ditate (în două părți de apă necesară se adaugă în prealabil o parte din respectivul glicol). Această soluție apoasă de glicoli se utilizează în instalația de preparare.

Amestecuri pentru forme și miezuri uscate. Aceste amestecuri se utilizează pentru formele în care se toarnă piese cu configurații complicate sau cu pereți groși, de dimensiuni mari. Uscarea se realizează fie pe cale termică, fie mult mai răspîndită în prezent și cu șanse de viitor pe cale chimică. Datorită acestor situații există o mare varietate de amestecuri și de tehnologii. Uscarea termică la amestecurile cu lianți naturali se reduce pînă la 250—300°C (temperaturi mai joase conduc la majorarea duratei de uscare). Totuși, temperaturile prea înalte de uscare trebuie însoțite de o puternică reciculare a gazelor, deoarece în caz contrar scade rezistența miezurilor și formeleor. Procesul de uscare trebuie condus cu atît mai încet și la temperaturi mai joase, cu cît granulația nisipului este mai fină. În tabelele 1.1. și 1.2 se redau [20] cîteva compoziții de amestecuri de formare și de miezuire pentru turnarea în forme uscate.

Tabelul 1.1

AMESTECURI DE MODEL PENTRU TURNAREA ÎN FORME USCATE

Tipul aliajului	Masa pieselor, kg	Compoziția amestecului, %				Caracteristici	
		Nisip cuarțos	Leșie sulfitică	Bentonită	Alte adaosuri	Permeabilitate U.P.	Rezistență la compresiune daN/cm²
Fontă	Sub 10 t	85	—	12	Rumeguș 3	60—100	0,75
Oțel	Sub 10 t	90,5	0,5	9	—	80—120	0,6
Bronz și alamă	Orice greutate	89	—	11	—	30—50	0,5
Aluminiu	Orice greutate	91,5	0,5	8	—	30—50	0,4
Oțel	Configurație complicată	76,2	Ulei de in 2,2	3,6	Făină de cuarț, 11,8 Oxid de fier 0,2	80	1,0

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 1.2

AMESTECURI DE MIEZ PENTRU TURNAREA PIESELOR DIN FONTĂ, OȚEL ȘI ALIAJE NEFEROASE

Tipul aliajului	Clasa miezului	Compoziția amestecului							Caracteristici	
		Amestec folosit	Nisip proaspăt	Argilă	Ulei de in	Dextrină	Leșie sulfitică	Smoală	U.P.	Rezistență la compresiune daN/cm²
Fontă și oțel	I	—	100	—	1,5—1,8	—	—	—	130	0,04
	I	—	100	—	1,2—1,5	,1—2	—	—	120	0,18
	I,II	—	98,4	1,6	1—2,5	05—1,4	—	—	170	0,25
	II, III	—	97	3,0	—	—	Silicat de sodiu 5—7	—	90	3—4,5
	III	—	96—97	3—4	—	—	2,5—3,5	2—4	90	3—4,5
	IV	0—40	56—91	4—9	—	—	1,5—3	3	70	0,1—0,2
	V	20—60	35—72	5—8	—	—	2—3	rumeguș 3	70	5—7
Aliaje neferoase	I	—	100	—	1,5	—	—	—	1200	0,05
	I	—	100	—	1,5	1	—	—	110	0,18
	II, III	—	96—97	3,7	—	—	2,5—3,5	2—4	80	0,15
	IV	0—40	Nisip argilos 60—100	—	—	—	2—3	3	70	0,3
	V	20—50	Nisip argilos 50—80	—	—	—	3	3	60	5—6

Scanned with OKEN Scanner

Deosebit de bune rezultate, ca durată (circa 1 h) și temperatură (chiar 110—120°C), deci cu bune rezultate asupra consumului de combustibil de uscare s-au obținut cu amestecurile:
— nisip cuarțos 94%, argilă 3% și silicat de sodiu 3% (cu modul 2,0);
— nisip cuarțos 91%, argilă 4%, silicat de sodiu 4%, soluție de sodă caustică 0,5% (cu diluție 1/10) și păcură 0,5%
Caracteristici: 120 UP și rezistență la compresiune la crud, de 0,3 daN/cm^2.

Amestecuri de formare care se întăresc prin suflarea unui gaz. Gazele care se utilizează prin întărire sînt bioxidul de carbon și trietilamina. Este cunoscut că cea mai largă utilizare are bioxidul de carbon. În tabelul 1.3, pe aceeași bază, se redau rețetele amestecului de formare pentru întărirea cu CO_2. Pentru a ușura capacitatea de dezbatere și a micșora aderențele de piese, rețetele amestecurilor de formare cu silicat și bioxid de carbon au fost îmbunătățite în diferite instituite și întreprinderi. În tabelul 1.4 se dau citeva asemenea rețete.

Tabelul 1.3

REȚETE DE AMESTECURI CU SILICAT DE SODIU PENTRU ÎNTĂRIRE CU CO_2

Destinația amestecului	Componenții, %				
	Nisip cuarțos	Cărbune	Melasă	Silicat de sodiu	Motorină
Oțel, piese mici	93—94 (Văleni de Munte)	—	0,5—0,6	5,2—6,5	—
Oțel, piese mijlocii	93—94 (Aghireș)	—	0,5—0,6	5,5—6,0	0,2—0,5
Oțel, piese mari	93—94 (Aghireș)	—	0,5—1,0	5—6,0	—
Fontă pentru piese mici și mijlocii	92 (Văleni și Aghireș)	4—5	—	5—6,5	—
Oțel și fonte (miezuri)	93—94	2—3	—	4—5	—
Fonte și bronz, piese mici și mijlocii	94 (Văleni de Munte)	0,3—0,5 (Dextrină)	—	4,5	1—1,2
Aliaje ușoare (pentru piese mici și mijlocii)	97 (Văleni de Munte)	—	—	3	—

Procedeul a fost perfecționat în S.U.A. (din punctul de vedere al metodei de insuflare), în Suedia (se utilizează ca liant carbonatul de sodiu.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.

AMESTEC CU SILICAT DE SODIU PENTRU ÎNTĂRIRE CU OXIGEN

Tipul amestecului	Componența %					
	Nisip argilos	Silicat de sodiu	Zahăr	Ulei	Apă	Gudron de huilă
1	92	8	—	—	—	—
2	91—93	7—9	—	—	—	—
3	93—94	7—6	0,4	0,3	—	—
4	93,4—94,4	5—6	0,3	0,3	—	—
5	95,5—96	3,25—3,5	0,5	0,35	0.5	—
6	95	4	0,65	0,35	0,5	—
7	96	3,0	0,5	—	—	0,5

eterul celulozic și apă; miezurile sînt mai puțin rezistente, dar deosebit de ușor de dezbătut) și în Franța (ca lianți, rășina ureo-formaldehidică sau novolac modificat cu barită).

Amestecurile întărite cu trietilamină au ca liant rășină poliesterică, iar ca întăritor izocianatul. În afara unei pregătiri tehnologice deosebite (S.D.V.-uri și instalația de insuflare), procedeul cu trietilamina devine competitiv cu insuflarea cu bioxid de carbon.

Amestecuri de formare granulare cu autoîntărire. Lianții utilizați la astfel de amestecuri sînt: cimentul, silicații, rășinile etc.

Amestecurile cu ciment se pot realiza cu orice fel de nisip (cuarțos, zirconul, olivina etc.). Cea mai utilizată rețetă este:

— nisip cuarțos .....80—90%;
— ciment ..... 7—10%;
— apă ..... 3—10%.

În țara noastră se aplică, cu bune rezultate, următoarele trei tipuri de amestecuri cu ciment:

— tipul I cu

— nisip de Aghireș .....82—92%;
— ciment Portland ..... 8—12%;
— apă ..... 6— 9%;

(caracteristici: 500 UP și 2,1—5,2 daN/cm², după o zi de priză).

— tipul II, cu

— nisip cuarțos 87,6%;
— ciment Portland P 600 ..... 5,2%;
— melasă 3,0%;
— apă 4,2%;

Scanned with OKEN Scanner

— tipul III, cu

— nisip de Dunăre 87%;
— ciment P 400 .....7,5%;
— accelerator X (adăugat în cantitatea care să confere apei ρ = = 1,2 g/cm³;
— apă ..... 5,5%.

Utilizarea acceleratorilor de priză este larg utilizată pentru a evita menținerile îndelungate ale amestecurilor în formă. Ca accelerator de priză s-au încercat: fosfații, fluorura de aluminiu, leșia sulfitică, melasa, produsul calora și acceleratorul „X". Anterior s-au utilizat acceleratori de coagulare (ipsosul, dextrina, carbonatul de sodiu etc.) sau de autoîntărire (clorura de calciu, sulfatul de sodiu, clorura de fier etc.).
Alte amestecuri cu autoîntărire nu au la bază cimentul. Ca lianți se utilizează silicatul de sodiu cu siliciu (procedeul japonez). O astfel de rețetă este:

— nisip de Aghireș 46,5%;
— nisip de Vălenii de Munte.....46,5%;
— ferosiliciu (75% Si) 1,4%;
— silicat de sodiu (m = 2,4) ..... 5,6%.

Alte amestecuri granulare cu autoîntărire sînt acelea cu uleiuri sicative (ulei de in în amestec de poliesteri). Uleiul de in sicativat la noi în țară este furnizat de întreprinderea „Policolor" București sub denumirea de plastolinol.
Compoziția unui asemenea amestec:

— nisip de Vălenii de Munte 48%;
— nisip de Făget 48%;
— plastolinol ..... 4%.

Caracteristici: 200—300 UP și rezistența la tracțiune în stare întărită, 14—16 daN/cm³.
Cea mai largă utilizare începuse să o aibă amestecurile granulare cu lianți furanici. Aceste amestecuri conferă multe avantaje nete în turnătorii (condiții bune de lucru, productivități mari, precizii dimensionale, eliminarea armăturilor, eliminarea îndesării etc.).
Rășină cu azot care a dat rezultate foarte bune este liantul 126 (Combinatul chimic „Victoria" Făgăraș). Întărirea formei este realizată cu ajutorul soluției a II-a de întăritor. Rezultate bune s-au obținut cu rețeta:

— nisip de Aghireș 96,1%;
— liant 126 ..... 3%;
— întăritor ..... 0,9%.

După 24 h rezistența la compresiune a amestecului este de 65 daN/cm².

Scanned with OKEN Scanner

Amestecuri de formare fluide cu autoîntărire. Aceste amestecuri sînt fluide şi de aceea umplerea formelor se bazează pe excluderea oricărui procedeu de îndesare a formelor sau a cutiilor de miez. Pentru a deveni fluide, amestecurilor trebuie să li se reducă forţele de frecare dintre granulele de nisip. În acest scop sînt utilizaţi: silicatul de etil (pentru metoda Shaw), silicatul de sodiu + silicatul bicalcic, silicatul de sodiu + ciment etc.

Amestecul fluid cu autoîntărire, pe bază de zircon se utilizează pentru turnarea, oţelului iar cel pe bază de şamotă sau nisip cuarţos pentru turnarea fontelor şi aliajelor neferoase. Cu aceste componente, silicatul de etil formează o reacţie de hidroliză, în urma căreia se formează un silicagel (în domeniul de trecere de la domeniul gel la lichid.) Prin înmuierea acestui gel se obţine o masă de formare fluidă (se aplică un accelerator de gelifiere fie bazic — NaOH sau KOH, fie acid — HCl). După turnarea amestecului în formă, timp de 0,5—3 min amestecul are elasticitate deosebită şi se poate scoate modelul din formă. Apoi are loc o nouă reacţie (de hidroliză), în urma căreia se pierde elasticitatea şi amestecul devine rezistent (în această perioadă se pot scoate şi ramele de formare). Pentru turnare, formele se calcinează la 800—1000°C. Tehnologia, deşi relativ simplă, ridică unele aspecte de execuţie şi este încă relativ scumpă. De aceea, astfel de amestecuri se aplică la turnarea oţelurilor aliate, greu prelucrabile şi, mai ales, pentru obţinerea pieselor cu mare precizie dimensională.

Amestecurile cu autoîntărire, cu silicat de sodiu şi silicat bicalcic, au la bază utilizarea zgurelor obţinute la fabricarea ferocromului. Fluiditatea relativ a acestor amestecuri determină să nu se poată obţine miezuri cu complexităţi mari, iar anumite zone să fie acoperite manual, cu vopsea refractară.

O reţetă de amestec de formare fluid cu autoîntărire, cu silicat de sodiu şi ciment este următoarea:

— nisip de Aghireş 88,1%;
— nisip Portland (P 400) ..... 3,5>;
— silicat de sodiu ($m = 2,0$) 5,5%;
— detergent sulfonic (ASV) 0,5%;
— apă ..... 2,4%.

Caracteristici după 3 h: 250—400 UP şi rezistenţă la compresiune de 1,5—1,8 daN/cm³. Aceste amestecuri se dezbat uşor şi uneori se pot regenera.

Amestecurile de formare fluide cu autoîntărire pe bază de răşini se pot realiza atît pe bază de nisipuri cuarţoase, cît şi zirconice. O reţetă aplicată este următoarea:

— nisip cuarţos (deosebit de curat) 94,5%;
— întăritor 1,0%;

Scanned with OKEN Scanner

— rășină furanică 2,0%;
— apă 2,0%;
— Fensid (un inhibitor) ..... 0,5%.

2.2. AMESTECURILE DE FORMARE PENTRU MODELE ȘI CUTII DE MIEZ

În această grupă se vor prezenta doar două tipuri de amestecuri:

— amestecuri cu componenți solizi (procedeul cu nisip peliculizat);
— amestecuri în stare umedă cu rășini carbamidice, fenolice și furanice.

Amestecurile pentru modele și cutii de miez încălzite utilizînd componenți solizi. Din aceste amestecuri se realizează de obicei miezurile cu suprafață de separație sau miezurile cave, dar cu pereți subțiri. La început, inventatorul, Croning, a obținut amestecul din componenții:

— nisip cuarțos uscat (sub 0,05 mm) 91,10%;
— ulei mineral (ca umectant) 0,05%;
— novolac 8,00%;
— hexametilentetramină ..... 0,85%.

Prin amestecul cu modelul metalic sau cutia de miez, calde la 200—220°C, liantul se topește și leagă granulele de nisip. Pentru obținerea rezistenței, coaja se polimerizează în cuptor la 350°C (se obțin rezistențe la tracțiune de 15—25 daN/cm²).
O rețetă perfecționată este aceea cu nisip peliculizat (STAS 9719-74). Peliculizarea se realizează fie cu rășină lichidă, fie cu rășină cuarțoasă. Peliculizarea se realizează în stații speciale. Se amestecă nisipul cuarțos (după ce s-a trecut curentul de aer cald la 230—250°C) cu 0,6—0,9% hexacloretilenă cu steart de calciu. Se adaugă 6% rășină și se amestecă din nou și se descurcă și se cerne. Răcirea se face în pat fluidizat. Pentru astfel de amestecuri se pot utiliza atît nisipurile de Aghireș, cît și nisipurile de Vălenii de Munte (ambele dublu spălate, pentru îndepărtarea avansată a componentei levigabile).

Amestecuri pentru modele și cutii de miez calde utilizînd componente lichide. Ca lianți se utilizează:

— zaharurile (glucoza);
— uree-aldehidă formică;
— uree-aldehidă formică modificată cu zaharuri, alcool furfurilic sau fenol;
— fenol-aldehidă formică;
— rășini acrilice.

Dintre acestea se redau următoarele tipuri de rețete caracteristice:
— *tipul I*

— nisip de Aghireș triplu spălat .....95—97%;
— rășină urelit P .....1,5—1,8%;

Scanned with OKEN Scanner

— sirop de glucoză .....0,15—0,5%;
— acid boric 0,05%;
— apă .....0,5—0,7>;
— oleină 0,05%;
— ulei de in fiert 0,95%;

deoarece degajează azot la contactul cu metalul lichid, acest amestec nu se aplică la turnarea oţelurilor; este foarte economic datorită preţului de cost foarte scăzut al urelitului P;
— *tipul II*

— nisip de Aghireş triplu spălat 97,3%;
— răşină furanică (de la Combinatul Chimic Victoria) 2,5%;
— catalizator (acid fosforic) 0,2%;

Caracteristici deosebite: rezistenţa al încovoiere, 3,2—3,8 daN/cm².

2.3. AMESTECURI PENTRU FORMAREA CU MODELE UŞOR FIZIBILE

Se vor prezenta amestecurile din care se execută formele pentru acoperirea modelelor uşor fuzibile. În acest scop se utilizează: vopselele fluide compuse din 50—55% silicat de sodiu şi 45—50% făină de cuarţ, care după pudrare cu nisip de cuarţ se fixează cu soluţie 20% clorură de amoniu şi din făină de cuarţ şi ortosilicat de etil hidrolizat (după scurgere şi presărare cu nisip, fixarea se face cu vapori de amoniac).

2.4. AMESTECURI SPECIALE

Deşi lianţii sînt aceiaşi, aceste amestecuri sînt caracterizate ca amestecuri speciale deoarece se utilizează ca bază alte tipuri de nisipuri (cromit, şamotă granulată, zircon, cromomagnezită etc.).
Amestecul de formare pe bază de cromit are următoarea compoziţie:

— cromit granulat .....60—70%;
— făină de cromit .....30—40%;
— leşie sulfitică 3%;
— apă .....5,5—6,5%.

Permeabilitatea acestuia este redusă (30 UP), iar rezistenţa la compresiune la crud este de 0,5—0,6 daN/cm².
Amestecul de formare pe bază de şamotă granulată poate fi, din punctul de vedere al compoziţiei, de trei tipuri.
Tipul I conţine:

— granule de cărămidă spartă 23%;
— şamotă proaspătă.....18%;
— argilă refractară 15%;
— alte materiale refractare (alumină) 35%;
— apă ..... 9%.

Scanned with OKEN Scanner

Tipul II conţine:

— şamotă granulată .....70—75%;
— argilă de Anina + electrocorindon (2/3) 25—30%;
— bentonită de Oraşul Nou ..... 2— 4%;

Tipul III conţine:

— şamotă granulată 70%;
— argilă de Anina (1/1) + electrocorindon (2/3) 20%;
— argilă refractară de Anina 10%;
— bentonită de Oraşul Nou 4%;
— leşie sulfitică .....11%.

(permeabilitatea peste 80 UP şi rezistenţa la tracţiune în stare crudă 0,4—0,6 daN/cm^2).

Amestecul de bază de zircon se prepară de două tipuri.

Tipul I conţine:

— nisip de zircon 95,6%;
— bentonită 3,5%;
— amidon 0,9%;
— apă...pînă la umiditatea de 2,25%.

Tipul II conţine:

— nisip de zircon 41,5%;
— nisip de cuarţ 52,5%;
— bentonită 4,9%;
— amidon ..... 1,1%.

Amestecurile pe bază de cromomagnezită se prepară de două tipuri.

Tipul I conţine:

— cromomagnezită (praf) .....93—95%;
— leşie sulfitică ..... 5— 7%;

Tipul II conţine:

— cromomagnezită (praf) .....90—92%;
— silicat de sodiu ($m = 2$) ..... — 7%;
— hidroxid de sodiu (diluţie 10%) .....1,5—2%.

3. INSTALAŢII DE PREPARARE A AMESTECURILOR DE FORMARE

Avînd în vedere marile cantităţi de amestec de formare care sînt necesare în cadrul turnătoriilor mecanizate, tot mai mult sînt utilizate instalaţiile de preparare automată. Aceste instalaţii permit dozarea automată a tuturor componentelor amestecurilor şi asigurarea necesarului

Scanned with OKEN Scanner

în funcţie de starea de funcţiune şi a celorlalte subsecţii din turnătorie (formare, elaborare, furnal etc.).

O asemenea instalaţie complectă este prezentată în fig. 1. 1, la care se disting următoarele circuite:

— circuitul nisipurilor;
— circuitul amestecului folosit;
— circuitul liantului şi adaosurilor;
— circuitul amestecului de formare;
— circuitul deşeurilor.

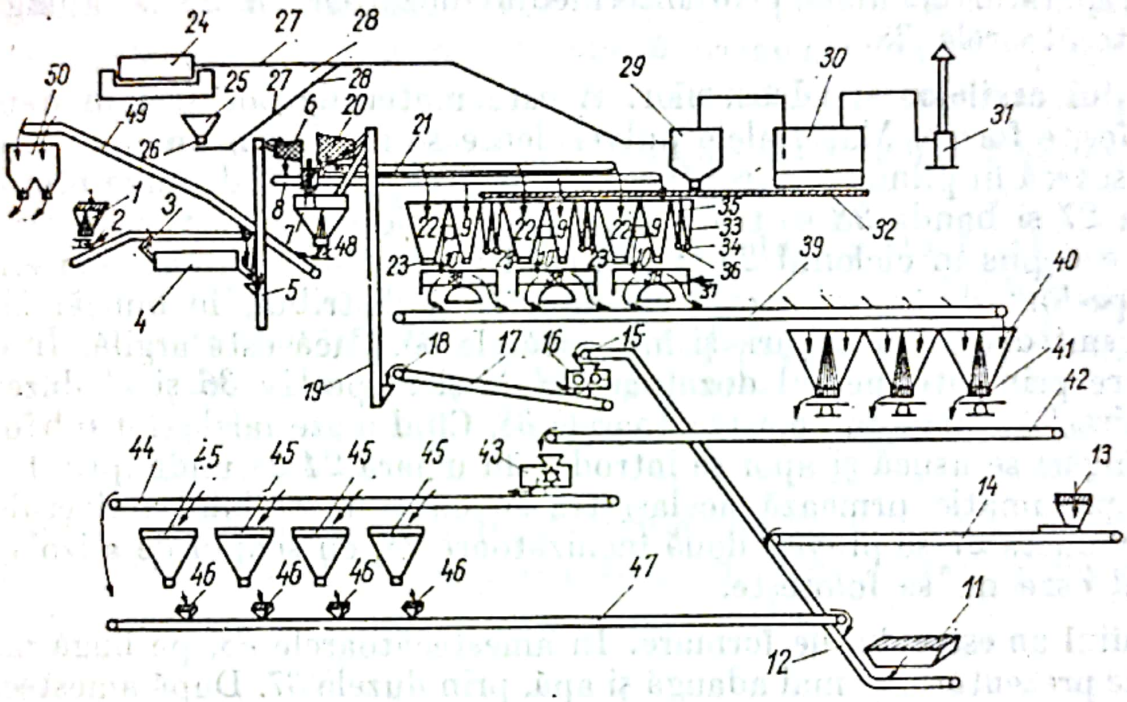


Fig. 1.1. Schema unei instalaţii de preparare a amestecurilor de formare.

Circuitul nisipurilor. Începe din depozitul de materii prime de unde nisipul se ia cu graiferul şi se descarcă în buncărul intermediar *1*, prevăzut în partea superioară cu grătar. Din buncăr, cu ajutorul alimentatorului cu disc *2*, nisipul se încarcă pe banda transportoare *3*, care alimentează, fie direct elevatorul *5*, fie cuptorul de uscat *4*. Nisipul este trecut prin sita *6*, de unde se împarte în două, şi anume: refuzul este trecut în buncărul intermediar *7*, iar trecerea este colectată de transportorul cu bandă *8*, în buncărele *9*. Din aceste buncăre, prin intermediul dozatoarelor, nisipul ajunge în amestecătoarele *38*.

Scanned with OKEN Scanner

Circuitul amestecului folosit. Începe la dezbătătorul *11* din sala de turnare, de la care amestecul ajunge pe transportorul cu bandă *12*, la care, prin intermediul unui grătar de golire *13*, și a unui transportor cu bandă *14*, ajunge și amestecul folosit din curățătorie. Transportorul cu bandă *12* trece materialul prin fața separatorului magnetic *15*, care îndepărtează bucățile metalice. Amestecul folosit trece prin sfărîmătorul de bulgări *16* și apoi ajunge pe transportorul cu bandă *17* care îl trece din nou prin fața unui separator magnetic *18* care oprește și bucățile metalice incluse în bulgări. În continuare, amestecul folosit este preluat de elevatorul *19* care alimentează sita *20* sau chiar buncărul *7*, cînd nu este nevoie de cernere. De la sita *20* amestecul se împarte în două și anume: refuzul rămîne în buncăr, iar trecerea este colectată de transportorul cu bandă *21*, care distribuie materialul în buncărele *22* ale instalației de preparare, de unde prin intermediul dozatoarelor *23* se ajunge în amestecătoarele 38.

Circuitul argilelor și adaosurilor. Aceste materiale pot sosi în depozit în diferite forme. Materialele pulverulente se macină în moara 24, apoi se descarcă în pîlnia 25, prevăzută cu închizătorul *26*, de unde prin conducta *27* și banda *28* se transportă pneumatic de către ventilatorul *31* și este depus în ciclonul *29* și în filtrul cu saci *30*, din care materialul este preluat de transportorul elicoidal *32* și distribuit în buncărele *33*, dacă sînt diverse adaosuri, și în buncărele *35*, dacă este argilă. În continuare prin intermediul dozatoarelor *34* și respectiv *36* și al duzei de umezire *37* ajunge în amestecătoarele *38*. Cînd materialele sînt sub formă de bulgări se usucă și apoi se introduc în moara *24* de unde ,prin transport pneumatic urmează același traseu ca și materialul pulverulent; pe conducta *27* se prevăd două închizătoare *28*, cu scopul de a izola circuitul care nu se folosește.

Circuitul amestecului de formare. În amestecătoarele *38*, pe lîngă materialele prezentate, se mai adaugă și apă, prin duzele *37*. După amestecare, amestecul de formare se descarcă pe transportorul cu bandă *39*, care îl distribuie în buncărele *40*, unde se face omogenizarea și de unde, prin intermediul alimentatoarelor *41*, ajunge pe transportorul cu bandă *42* la afînătorul *43*. Amestecul de formare afînat este preluat de transportorul cu bandă *44* și distribuit în buncărele de lucru *45*. Formele turnate se dezbat, iar amestecul rezultat intră în circuitul amestecului folosit prin intermediul grătarelor *46* și al transportorului cu bandă *47*.

Circuitul deșeurilor. Începe din buncărul *7*, din care, cu ajutorul alimentatorului cu disc *48*, materialul este distrubuit pe transportorul cu bandă *49*, care îl varsă în buncărul *50*, de unde, cu ajutorul vagoanelor de cale ferată se scoate din turnătorie.

Scanned with OKEN Scanner

4. REGENERAREA AMESTECURILOR FOLOSITE

În rețetele amestecurilor de formare se constată că se introduce și o anumită cantitate de nisip proaspăt (scopul introducerii acestuia este cunoscut). Adăugarea însă impune și scoaterea unei cantități egale de amestec folosit din turnătorie. Aceste cantități pot atinge pînă la o tonă pentru fiecare tonă de piese bune turnate.

Adăugînd la costul nisipului costul transportului nisipului și al amestecurilor folosite se vor obține valori deosebite pentru turnătoriile mari, care determină mărirea prețului de cost al pieselor turnate.

Pentru a evita această mărire a prețului de cost și pentru a elibera multe mijloace de transport, s-a încercat de multă vreme găsirea unor procedee tehnologice care să redea amestecurilor folosite caracteristicile nisipurilor. Procedeele tehnologice sînt cunoscute sub denumirea de regenerarea amestecurilor folosite.

În principiu, regenerarea amestecurilor folosite constă în evacuarea particulelor fine din masa de nisip, compuse din particule de nisip sparte și argilă arsă, în timpul turnării, precum și în îndepărtarea cojii de argilă de pe granula de nisip obținută la preparare.

Amestecul folosit trebuie să fie trecut printr-un sfărîmător de bulgări și printr-un separator magnetic.

Cele mai cunoscute procedee de regenerare a amestecurilor folosite sînt: regenerarea pneumatică, regenerarea termică, regenerarea hidraulică și regenerarea electrică.

4.1. REGENERAREA PNEUMATICĂ

Regenerarea pneumatică constă în a izbi granulele de amestec folosit de o placă metalică, cu ajutorul unui curent de aer. În fig. 1. 2 este reprezentată o celulă de regenerare. Prin trimiterea unui curent de aer sub presiune prin partea de jos a sistenului de țevi, granulele de amestec se proiectează pe placa metalică, unde se freacă, realizîndu-se în acest fel rotunjirea lor și îndepărtarea liantului ars. Nisipul astfel prelucrat părăsește placa metalică, străbătut de curentul de aer, care antrenează particulele fine de nisip și argilă, depunîndu-se după greutatea specifică într-un ciclon. O instalație de regenerare (fig. 1. 3) se compune

Scanned with OKEN Scanner

din două sau mai multe celule de regenerare. O asemenea instalație este foarte ieftină și are mare productivitate, investiția putîndu-se amortiza în maximum șase luni.

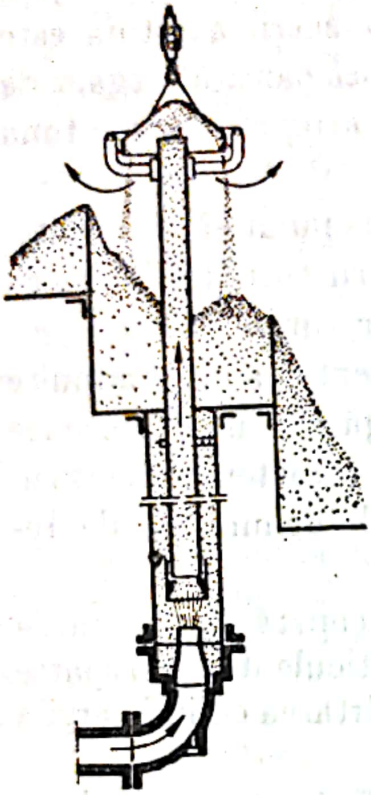


Fig. 1.2. Celulă de regenerare.

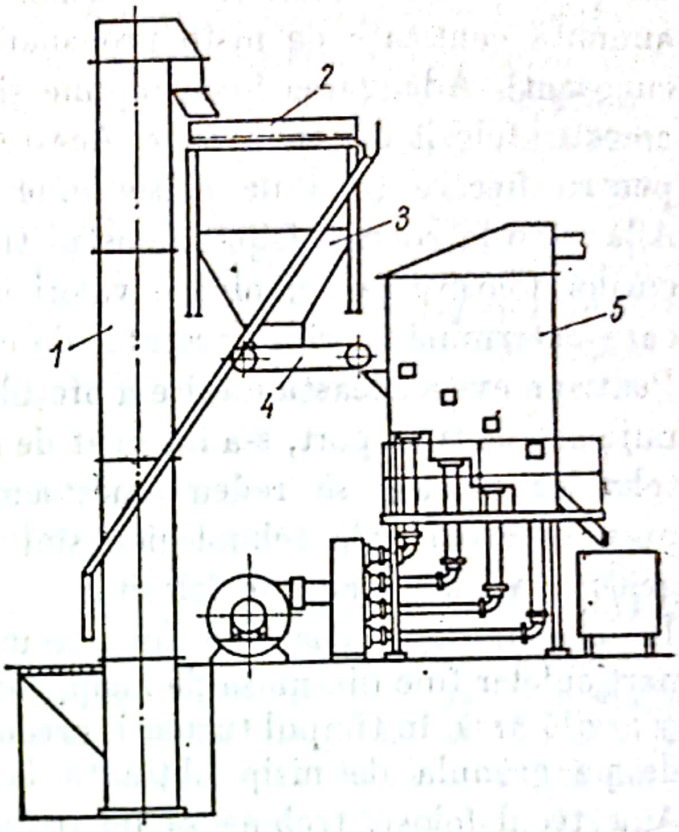


Fig. 1.3. Instalație de regenerare:
1 — elevator; *2* — sită; *3* — buncăr intermediar; *4* — alimentator cu bandă; *5* — baterie de regenerare

4.2. REGENERAREA TERMICĂ

Regenerarea termică se poate aplica amestecurilor folosite provenite din miezuri și constă în arderea lianților organici de pe suprafața granulelor de nisip. Arderea se realizează într-un cuptor rotativ cu atmosferă oxidantă, la o temperatură de 650—888°C. În timpul încălzirii trebuie să se aspire praful.

4.3. REGENERAREA HIDRAULICĂ

Regenerarea hidraulică constă în a spăla amestecul folosit într-un curent de apă. Cantitatea de apă este de 15 ori mai mare decît cantitatea de nisip. Pentru regenerarea hidraulică sînt necesare mari instalații de decantare și uscare.

Scanned with OKEN Scanner

Se menţionează că pentru a obţine amestec regenerat de calitate este necesară o calcinare prealabilă la 800°C. Regenerarea hidraulică se poate aplica în turnătoriile care dispun de cantităţi mari de apă sau care folosesc curăţirea hidraulică.

4.4. REGENERAREA ELECTRICĂ

Regenerarea electrică constă în trecerea amestecului folosit prin spaţiul dintre doi electrozi, spaţiu în care granulele se încarcă electric. Sub acţiunea cîmpului electric ele se deplasează spre polul pozitiv, în funcţie de mărimea lor (mai mult cele uşoare).
Punînd în calea nisipului în cădere cîteva compartimente de colectoare, nisipul va fi împărţit în cîteva clase de granulaţie. Este evident că prin acest procedeu de regenerare nu se realizează decît o sortare, în timp ce la regenerarea hidraulică şi mai ales la cea pneumatică granulele se decojesc şi se rotunjesc.

5. PUDRE, VOPSELE, CLEIURI ŞI CHITURI DE TURNĂTORIE

În complectarea reţetelor de asemenea materiale din paragraful 1 al acestui capitol se prezintă centralizat compoziţiile utilizate în cîteva turnătorii din R. S. România. Astfel, în tabelul 1.5 se redau compoziţiile unor cleiuri şi chituri cu domeniile de utilizare. După aceeaşi sursă se reproduc, în tabelul 1.6, compoziţiile unor pudre.

Tabelul 1.5

COMPOZIŢIILE ŞI UTILIZĂRILE UNOR CLEIURI ŞI CHITURI

Tipul	Compoziţia %							Utilizarea
	Leşie sulfitică	Dextrină	Grafit	Nisip	Argilă	Bentonită	Apă	
1	72	15	Cretă 13	—	—	—	După nevoie	Lipirea miezurilor uscate
2	—	50	—	—	—	—	50	Lipirea miezurilor uscate
3	50	—	—	—	50	—	18	Chituri pentru piese de oţel
4	—	6	89	—	5	—	28—35	Chituri pentru fontă
5	—	—	—	90	—	10	25	—
6	20	1	Talc 44	—	—	Acid boric 3	32	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 1.6

COMPOZIȚIA UNOR FUDRE REFRACTARE ȘI COMBUSTIBILE

Simbol	Compoziția %							Utilizare
	Făină de cuarț	Cromo-magnezită	Grafit	Bentonită	Melasă	Leșie sulfitică	Alte	
OV – 1	55	–	–	5	–	–	45 Spirt	Oțel, turnate
OV – 2	92–94	–	–	4–6	Dexterină 2	–	–	Idem
OV – 3	86–88	–	–	3–4	8–11	–	–	Idem
OV – 5	–	89	–	4	–	7	–	Idem
OV – 5	–	80	–	7	13	–	–	
OV – 6	–	Oxid zirconiu 88	–	2	10	–	–	Oțel turnat în forme uscate
FV – 1	–	–	47	–	53	–	–	Fonte turnate în forme uscate
FV – 2	–	–	90	5	Dexterină 5	–	–	Idem
FV – 3	43	–	22+22 cocs	4,5	–	8,5	–	Idem
FV – 4	–	–	80–85 +14 cocs	– 2,5–3	– 2,5–3	Melasă 2,5–3	–	Fonte pentru mașini unelte
FV – 1	–	46 Talc	45	–	4,5	–	–	Bronz și alamă
NV – 1	–	90 Talc	–	10	–	–	–	Aluminiu

Observații: O – oțel; F – Fontă; N – neferoase; V – vopsele

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul II

GARNITURI DE MODEL

Garniturile de model cuprind modelele, cutiile de miez, plăcile-model, suporturile de uscare, plăcile de uscare, șabloanele de asamblare, șabloane de control necesare pentru realizarea pieselor prin turnare.

Modelele și cutiile de miez se execută din diferite materiale (lemn, metale, ipsos, rășini sintetice, materiale fuzibile, materiale plastice etc.), alegerea lor fiind impusă de către numărul de bucăți în care se execută, dimensiunile pieselor, gradul de finețe al suprafețelor și precizia dimensională a acestora.

Placa-model este suportul modelelor metalice în vederea realizării formelor pe mașini de formare. Pe ea se fixează unul (fig. 2.1) sau mai multe modele (fig. 2.2). Dacă miezul are pe toate suprafețele profile, atunci uscarea în cuptoare se realizează în suporturi de uscare (fig. 2.3). Dacă, dimpotrivă, are suprafețe plate, uscarea se efectuează pe plăci de uscare (fig. 2.4). În fig. 2.5 se prezintă două tipuri de șabloane de control sau pentru asamblare. Șabloanele se utilizează la formarea obișnuită.

1. CONSIDERAȚII PRIVIND CONCEPȚIA TEHNOLOGICĂ ȘI PROIECTAREA GARNITURII DE MODEL

În conceperea și proiectarea tehnologiei de turnare a pieselor un rol esențial îl are proiectarea garniturilor de model. La proiectarea garniturii de model se au în vedere:

— stabilirea metodei de formare;
— stabilirea poziției de formare;
— alegerea suprafeței de separație;
— stabilirea înclinărilor și racordărilor constructive;
— stabilirea adaosurilor de prelucrare și tehnologice;

Scanned with OKEN Scanner

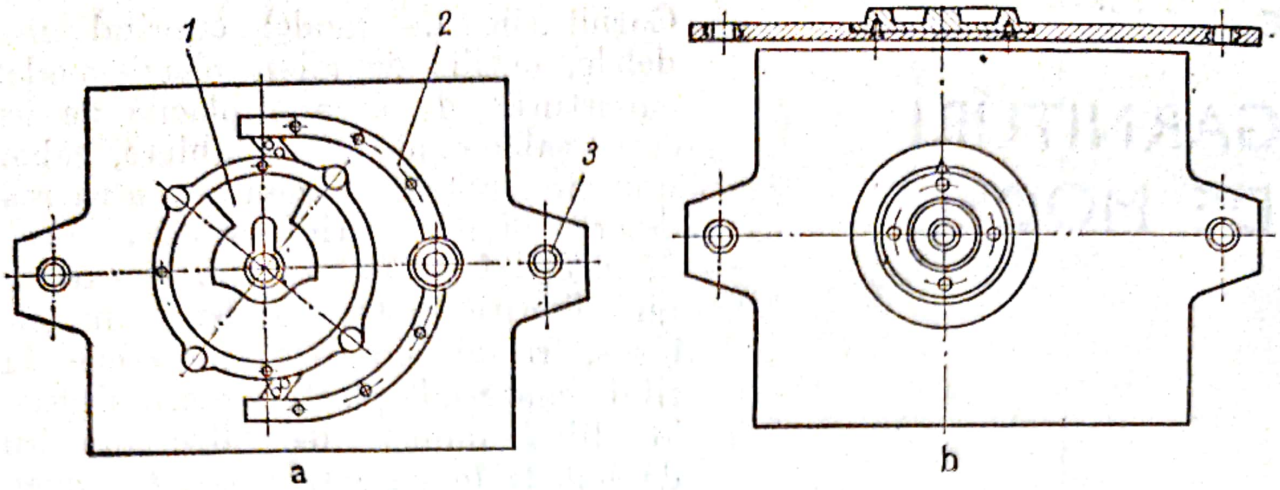


Fig. 2.1. Placă-model pentru formarea unui capac de pompă:
a — superioară; *b* — inferioară;
1 — model; *2* — rețeaua de turnare; *3* — bucșă de centrare.

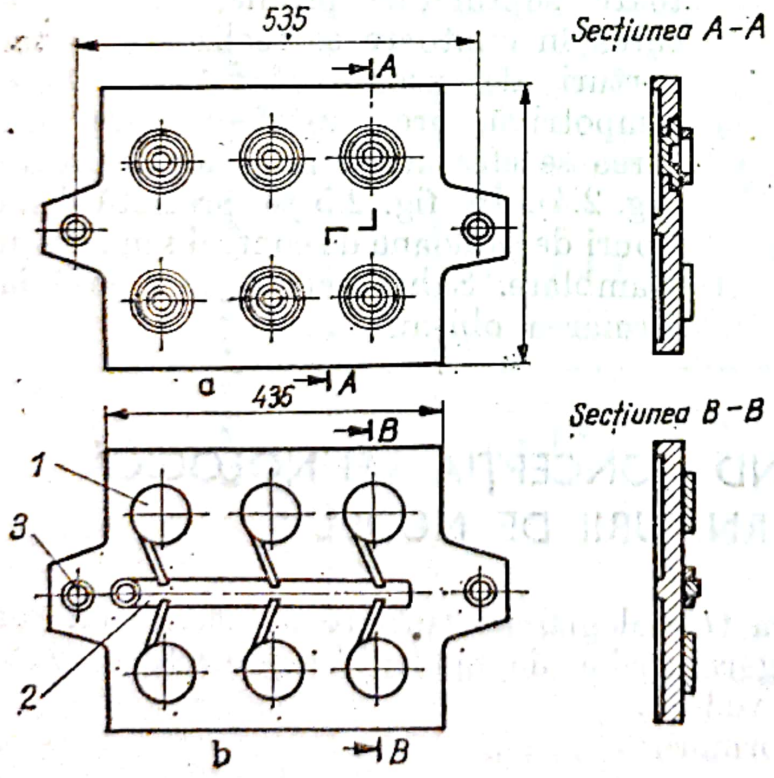


Fig. 2.2. Placă-model pentru formarea unor capace de lagăr:
a — superioară; *b* — inferioară;
1 — model; *2* — rețeaua de turnare; *3* — bucșă de centrare.

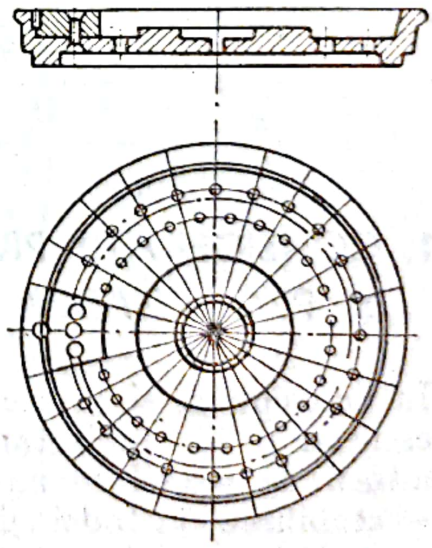


Fig. 2.3. Suport de uscare a unui miez de pompă.

Scanned with OKEN Scanner

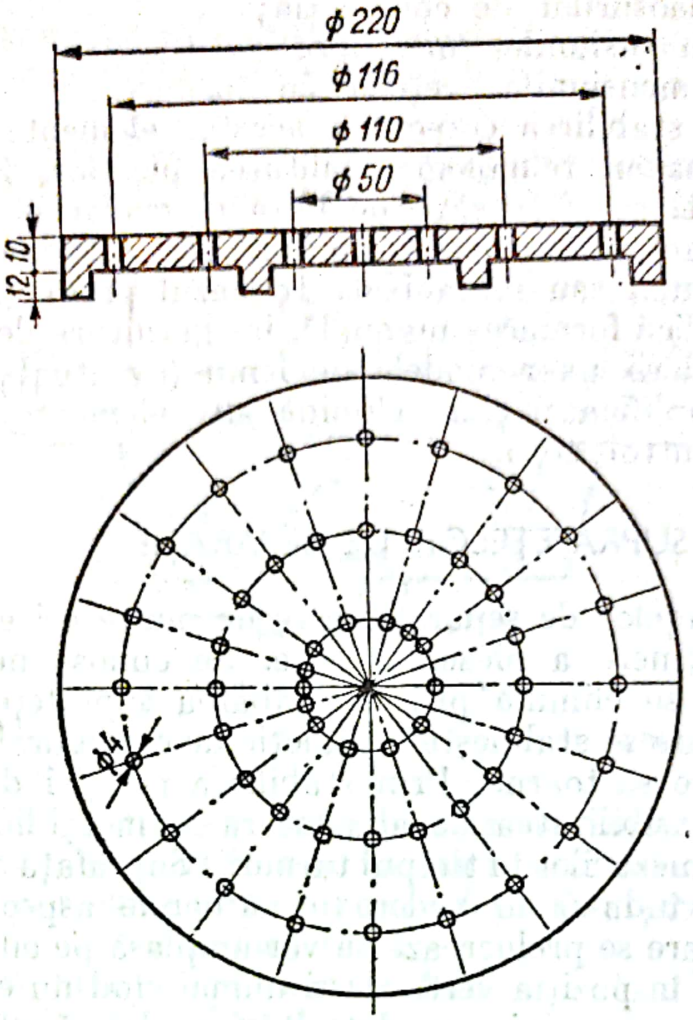


Fig. 2.4. Placă de uscare circulară.

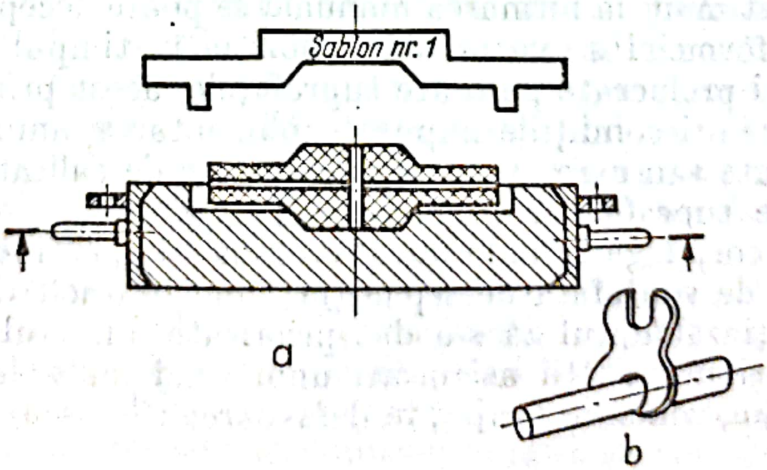


Fig. 2.5. Şabloane de control:
a — pentru verificarea asamblării formelor; *b* — pentru verificarea execuţiei miezurilor.

Scanned with OKEN Scanner

— stabilirea adaosurilor de contracție;
— stabilirea dimensiunilor mărcilor;
— stabilirea dimensiunilor rețelei de turnare.

De alegerea și stabilirea corectă a acestor elemente depinde în final siguranța procesului tehnologic, calitatea pieselor. Proiectarea garniturilor de model se efectuează pe baza desenelor pieselor turnate.

În funcție de numărul de piese turnate pe an se stabilește dacă formarea se execută manual sau mecanizat. În cazul producției de serie mică și unicate se aplică formarea manuală, iar garnitura de model se reduce în sensul asimilării unor modele de lemn (eventual schelet, șabloane sau modele simplificate) și se elimină alte elemente (plăci de uscare, șabloane de control etc.).

1.1. ALEGEREA SUPRAFEȚELOR DE SEPARAȚIE

Alegerea suprafețelor de separație este de multe ori esențială în întreg procesul de obținere a piesei turnate. Se cunosc nenumărate cazuri cînd rebuturile se elimină prin schimbarea suprafețelor de separație. Poziția de turnare se stabilește în funcție de configurația și de complexitatea piesei care se toarnă. Prin stabilirea poziției de turnare trebuie să se asigure posibilitatea de alimentare cu metal lichid și stabilitate cît mai mare a miezurilor în timpul turnării. Suprafața optimă de turnare se stabilește avîndu-se în vedere următoarele aspecte:

— suprafețele care se prelucrează se vor amplasa pe cît posibil în partea de jos a formei, în poziția verticală și numai cînd nu este posibil se vor amplasa și la partea superioară; datorită faptului că incluziunile nemetalice, precum și suflurile se formează de preferință la partea superioară, suprafețele cu prescripții deosebite de compactitate și prelucrare se vor amplasa exclusiv în partea inferioară de turnare; dacă formarea nu este posibilă în acest mod, la formarea manuală se poate accepta o amplasare contrară, dar formei i se va modifica poziția în timpul turnării; cînd piesele au părți prelucrate pe toate suprafețele, acest principiu se aplică avînd în vedere ori condițiile impuse suplimentar și anume care suprafețe să fie curate sau care au un grad superior de calitate, ori numărul și dimensiunile suprafețelor prelucrate. În fig. 2.6 se redă poziția de turnare a nuui corp lagăr, fiind indicat cu „sus" și „jos" modul de formare și poziția față de suprafața de separație; analiza oricît de sumară ar fi făcută, evidențiază faptul că s-a dat prioritate numărului suprafețelor de prelucrare și necesității asigurării unui grad înalt de compactitate locului de sprijin, zonei de sprijin, în defavoarea (firească) zonei de asamblare;

— numărul de miezuri trebuie să fie minim; este evident faptul că la un număr mic de miezuri se realizează economii la execuția cutiilor de

Scanned with OKEN Scanner

miez, la confecționarea miezurilor (inclusiv la uscarea lor) și mai ales la asamblarea acestora; în plus, precizia de execuție a pieselor este mult mai mare;

— piesele nesimetrice se vor executa cu partea cea mai mare în semiforma inferioară; în felul acesta semiforma superioară are o înălțime mai mică,

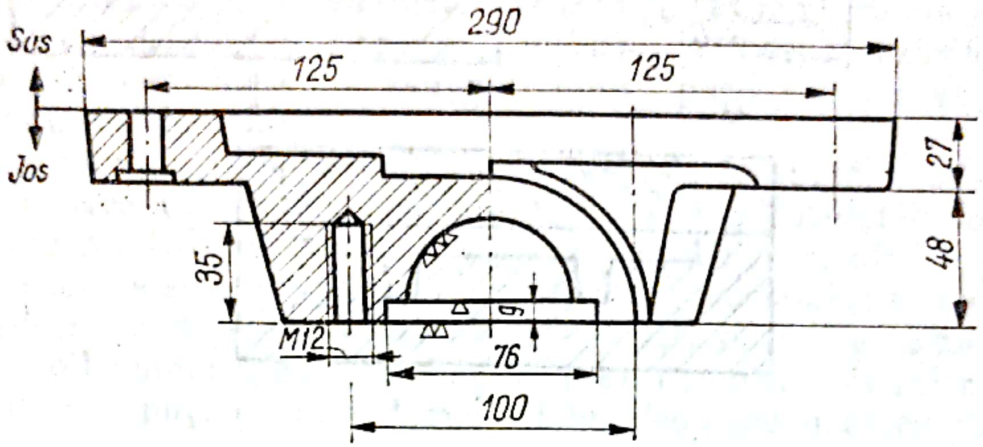


Fig. 2.6. Alegerea poziției de formare și turnare.

deci vor terbui mai puține greutăți pentru consolidarea la turnare, iar ridicarea ei de pe placa-model la formarea mecanizată va fi mai ușoară și mai sigură; o asemenea alegere a suprafeței de separație este avantajoasă, mai ales la turnarea fără rame;

— extragerea cea mai ușoară a modelului din formă;

— pentru evitarea defectelor determinate de eventualele deplasări ale semiformelor (la uzarea tijelor și bucșelor de centrare) este așezarea piesei într-o singură semiformă (fig. 2.7); în cazul pieselor care nu permit formarea într-o singură ramă, se recomandă așezarea în aceeași semiformă a suprafeței de bază cu suprafața care se prelucrează; dacă sînt mai multe suprafețe de prelucrat, atunci în semiforma în care se obține suprafața de bază trebuie să existe majoritatea suprafețelor de prelucrare, lăsînd în cealaltă semiformă acele suprafețe care sînt mai puțin importante; suprafața de sprijin pentru prelucrarea nu trebuie să fie așezată în două semiforme; soluția din fig. 2.8, *a* este greșită deoarece suprafața de sprijin *1* se găsește în două semiforme, eventualele deplasări ale semiformelor se transmit mărite pe suparfața *1*; din acest motiv este mai rațoinală amplasarea în semiforme ca în fig. 2.8, *b*;

— în cazul pieselor foarte simple sau cînd secționarea ar produce slăbirea modelului, modelul se va concepe dintr-o singură bucată;

— în cazul formării mecanizate, miezurile false se vor concepe în forma inferioară (dacă s-ar forma în partea de sus, în timpul extragerii modelului, miezurile false insuficient îndesate se distrug, iar cele suprainădesate rămîn pe model; încadrarea între aceste limite strînse este destul

Scanned with OKEN Scanner

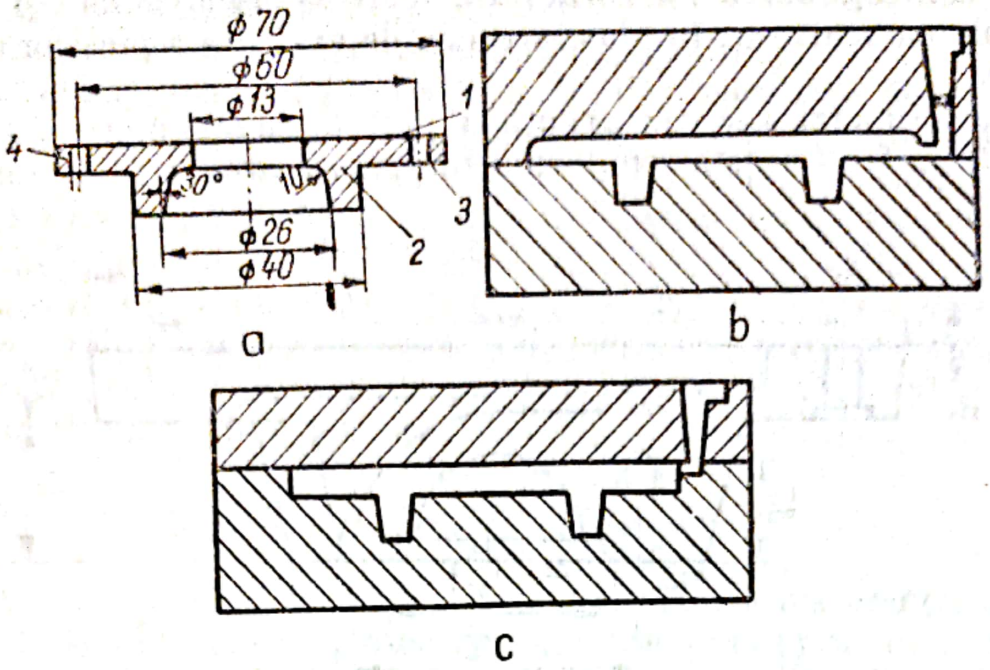


Fig. 2.7. Formarea unui capac de lagăr:
a — piesă; *b* — greșit; *c* — corect;
1 — partea superioară; *2* — partea care închide suprafața de bază;
3 — orificiul; *4* — raza de racordare.

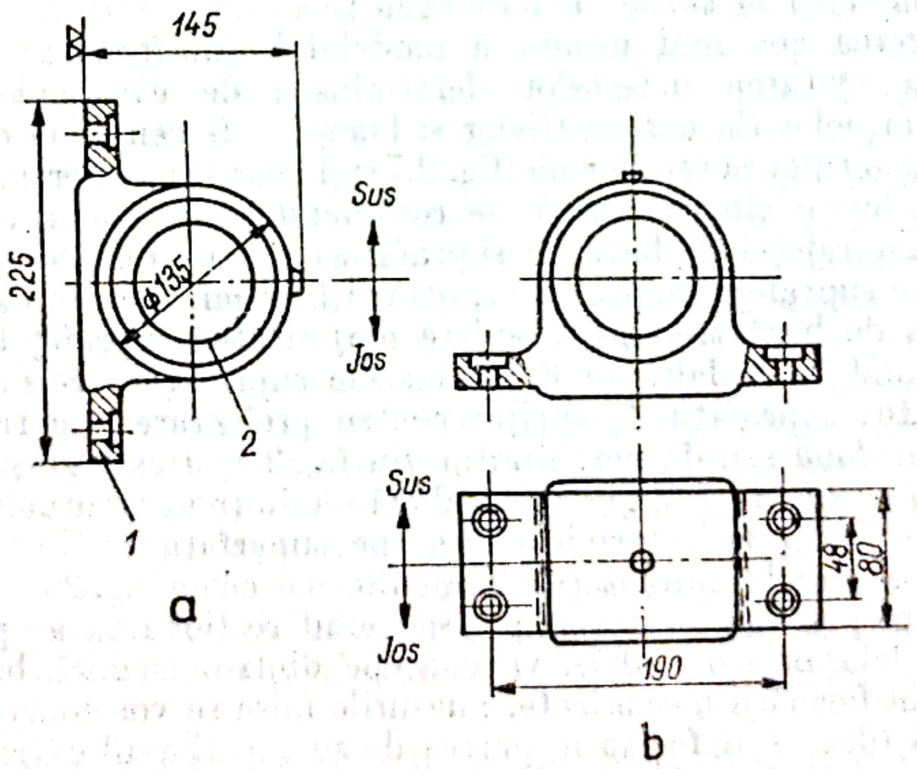


Fig. 2.8. Alegerea suprafeței de separație a unui corp de lagăr:
a — greșit; *b* — corect.

Scanned with OKEN Scanner

de dificilă, fiind mai simplă și sigură executarea acestor miezuri false în forma inferioară); se precizează că diametrul minim al miezurilor false trebuie să fie de 15—20 mm (la formarea mecanizată după model metalic), iar raportul minim între înălțime și diametrul trebuie să fie unitar (pentru diametre mai mari raportul poate fi și 1,5);
— numărul și dimensiunile bavurilor care se pot forma trebuie să fie minime; cele mai nedorite sînt cele interioare și de aceea miezurile nu trebuie să se execute din două sau mai multe părți care să se încleieze decît în situații deosebite;
— trebuie, de asemenea, avută în vedere posibilitatea confecționării corecte și ușoare a miezului, precum și executarea cutiilor de miez; nu sînt indicate soluțiile prin care o parte a miezurilor se obține prin imprimare, deoarece sînt posibile mari abateri dimensionale; se recomandă ca miezurile să aibă suprafețe de uscare drepte, pentru a reduce la minimum posibil numărul suporturilor de uscare; cutiile de miez trebuie să aibă cît mai puține părți demontabile, deoarece acestea se uzează foarte repede.
Pentru explicitarea suplimentară a acestor cîteva considerații se prezintă grafic modul de alegere a suprafeței de separație pentru un butuc cu

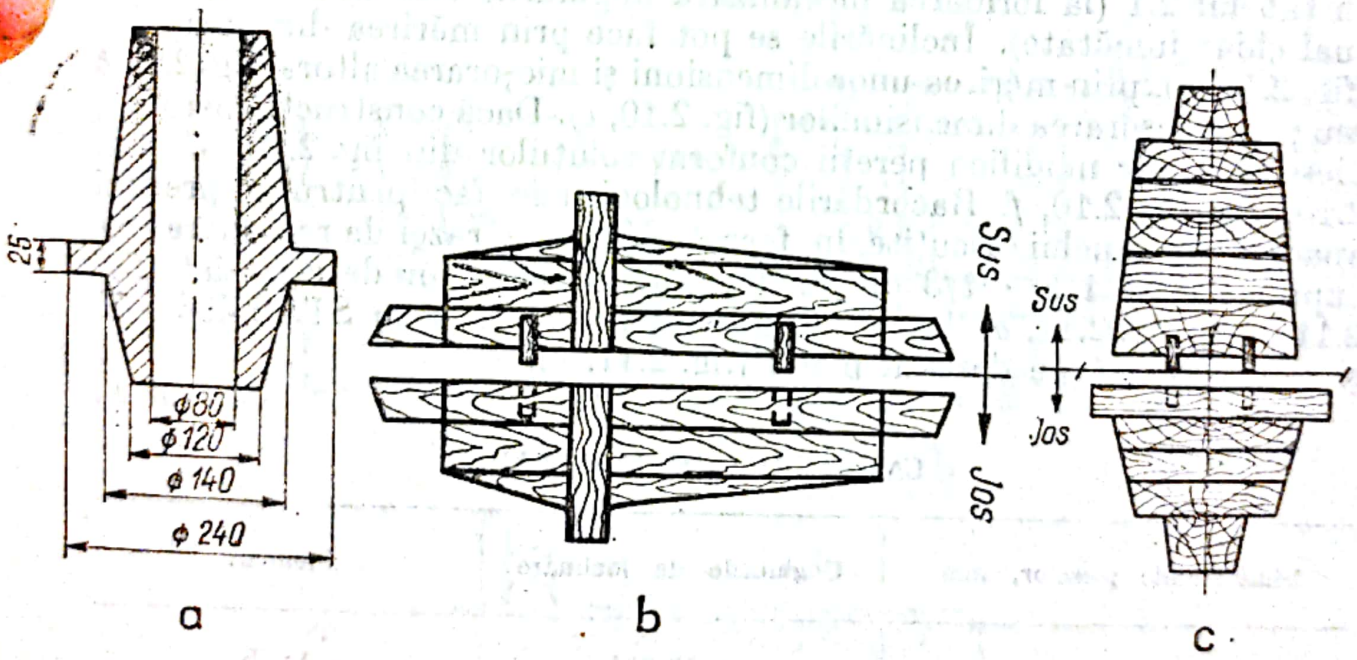


Fig. 2.9. Butuc cu flanșă.

flanșă (fig.2.9, *a*). Dacă butucul nu are prelucrare la suprafața exterioară se poate turna în poziție orizontală (fig. 2.9. *b*). În această privință planul de separație este chiar planul de simetrie al piesei. Modelul se poate extrage usor, iar stabilitatea lui este bună. Dimpotrivă, dacă supra-

Scanned with OKEN Scanner

fața exterioară se prelucrează, atunci este mai indicat ca turnarea se facă în poziție verticală (fig. 2.9, *c*). În această poziție suprafețele prelucrate sînt așezate jos și lateral. Suprafața de separație este tot plană, dar nu mai este o suprafață de simetrie. Amplasarea acestuia la nivelul flanșei a avut în vedere tocmai rațiuni tehnologice, adică ușoara alimentare și debavuare
Cutia de miez în ambele cazuri rezultă din două bucăți fiind obținute prin secționarea după unul din planurile de simetrie ale miezului.

1.2. STABILIREA ÎNCLINĂRILOR; ADAOSURILOR DE CONTRACȚIE ȘI DE PRELUCRARE

Stabilirea judicioasă a înclinărilor constructive, a adaosurilor de contracție și prelucrare este o preocupare deosebit de actuală prin implicațiile ei economice. Reducerea la minimum a acestor sporuri dimensionale este una din căile principale de micșorare a consumului de metal lichid. *Înclinările constructive* se aplică pentru a asigura extragerea ușoară a modelului din amestecul de formare. Înclinarea pereților se face perpendicular pe suprafața de separație. Unghiurile indicate se prezintă în tabelul 2.1 (la formarea mecanizată unghiurile sînt mai mici, eventual chiar jumătate). Înclinările se pot face prin mărirea dimensiunilor (fig. 2.10, *a*), prin mărirea unor dimensiuni și micșorarea altora (fig. 2.10, *b* sau prin micșorarea dimensiunilor (fig. 2.10, *c*). Dacă construcția permite, piesele își vor modifica pereții conform soluțiilor din fig. 2.10, *d*, fig. 2.10, *e* și fig. 2.10, *f*. Racordările tehnologice se fac pentru a preveni apariția de muchii ascuțite în formă. Mărimea razei de racordare este cuprinsă între 1/5· · ·1/3 din media grosimii pereților de racordat (fig. 2.11, *a* și fig. 2.11, *b*). Racordările se notează conform cu STAS 406—73 și se precizează pe desenul piesei (fig. 2.11, *c*).

Tabelul 2.1

UNGHIURILE DE ÎNCLINARE

Dimensiunile pieselor, mm	Unghiurile de înclinare	Înclinări
sub 25	11° 20′	1: 5
	5° 50′	1: 10
peste	5° 50′	1: 10
	3°	1: 20
	1° 50′	1: 30
	1° 10′	1: 50

Scanned with OKEN Scanner

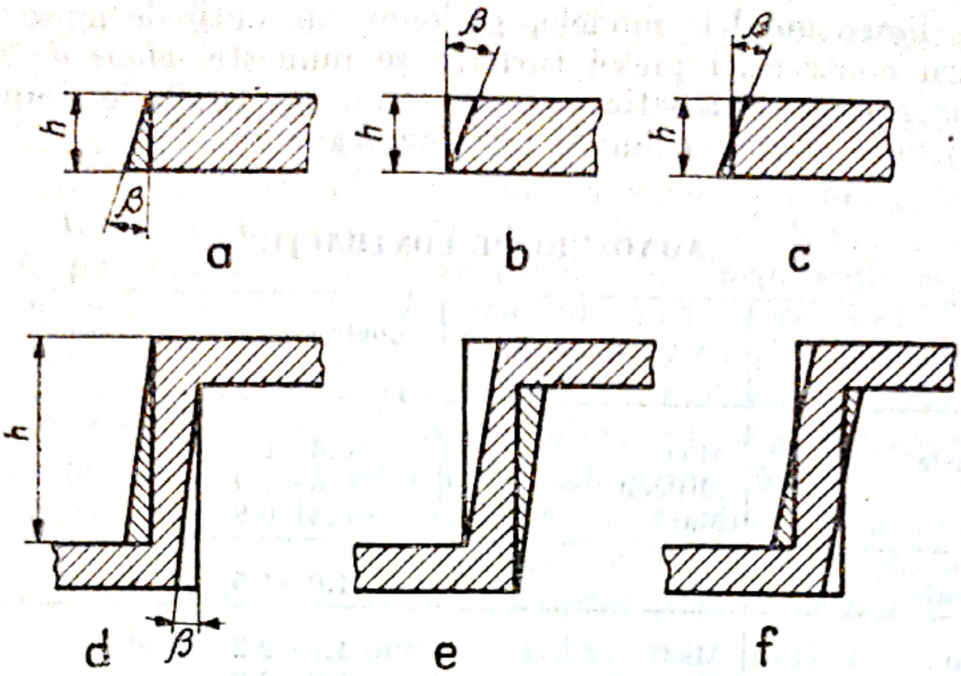


Fig. 2.10. Înclinări constructive.

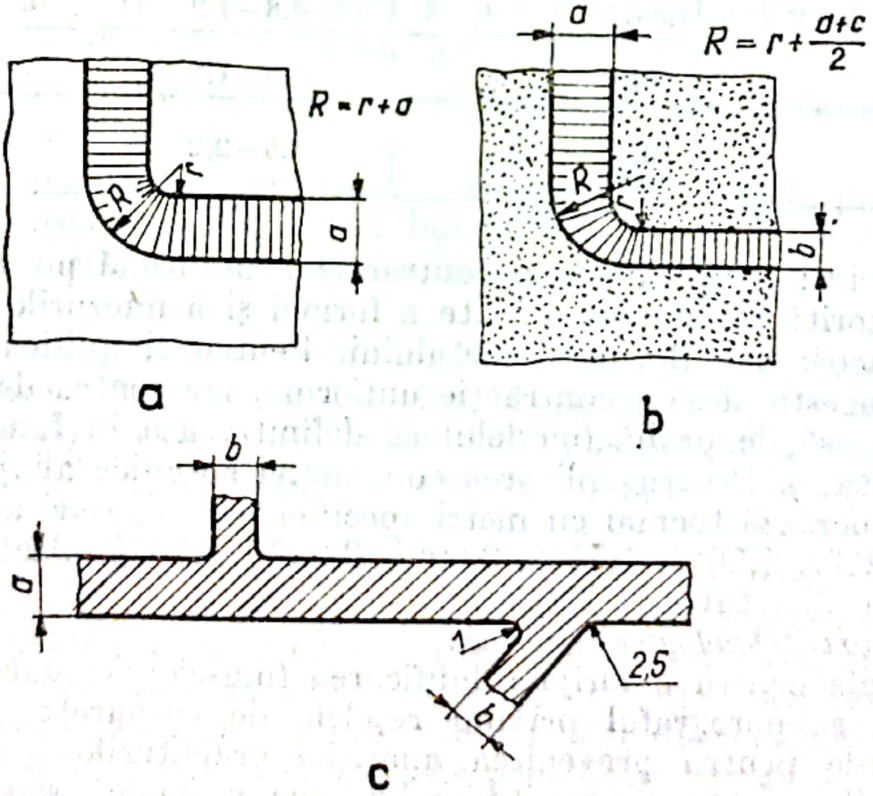


Fig. 2.11. Calcularea și indicarea razei de racordare.

Scanned with OKEN Scanner

Surplusul dimensional la modele, şabloane sau cutii de miez cu scopul compensării contracţiei piesei turnate se numeşte *adaos de contracţie*. Prin adaosurile de contracţie se ţine seama mai mult de tipul aliajului decît de forma şi dimensiunile pieselor (tabelul 2.2).

Tabelul 2.2

ADAOSURI DE CONTRACŢIE

Aliajele	Mărimile pieselor	Contracţia piesei, %	Adaosul de contracţie, %
Fontă cenuşie	Mici	0,8—1,2	1
	Mijlocii	0,6—1,0	
	Mari	0,4—0,8	
Fontă maleabilă	Mici	1,0—1,5	1,5
Oţel carbon	Mici	1,8—2,2	2
	Mijlocii	1,6—2,0	
	Mari	1,4—1,8	
Oţeluri manganoase	Diferite	2,5	2,5
Bronz	Mici	1,4—1,6	1,5
	Mijlocii	1,0—1,4	
	Mari	0,8—1,2	
	Diferite	0,9—1,1	1
Alamă	Diferite	1,5—2,2	1,75

Piesele mari si complexe au o contracţie neuniformă pe toate dimensiunile, datorită rezistenţei diferite a formei şi a miezurilor, precum şi datorită răcirii neuniforme a metalului. Pentru simplificare se consideră şi la aceste piese o contracţie uniformă, iar pentru definitivare se toarnă o piesă de probă (modelul se definitivează în funcţie de abaterile rezultate). Pentru aplicarea contracţiei specifice aliajului, în modelării se lucrează tocmai cu metri specifici (cu adaosuri aplicate deja, de 1%, 1,25%, 1,50%, 1,75%, 2,00%, 2,25%, 2,50%, alegîndu-se după prevederile din tabelul 2.2).

Tot *adaosuri tehnologice* sînt şi:

— adaosurile pentru a dirija solidificarea (maselotele, dar care se vor detalia în subparagraful privind reţelele de turnare);

— adaosurile pentru prevenirea apariţiei crăpăturilor;

— adaosurile pentru a permite prelucrarea mecanică sau pentru a o uşura (sînt în discuţie situaţii de felul acelor adaosuri care se toarnă

Scanned with OKEN Scanner

pentru a asigura prinderea pe mașini-unelte, iar după prelucrare se pot îndepărta);
— adaosuri pur tehnologice pentru turnare, care se practică ca rezultat al aplicării tehnologiei de turnare.

Dar cele mai importante adaosuri sînt adaosurile tehnologice pentru prelucrare. Aceste adaosuri sînt aplicate încă din faza de proiectare tehnologică, pe suprafețele care se prelucrează prin așchiere. Factorii principali care influențează mărimea adaosurilor de prelucrare sînt:
— tipul aliajului; la piesele din oțel aceste adaosuri sînt cu circa 50% mai mari decît la fonte, deoarece forma este mai solicitată la turnarea oțelului (atît termic cît și mecanic); adaosurile de prelucrare pentru piese din aliaje neferoase sînt mai mari decît pentru fonte;
— poziția suprafețelor în forme; suprafețele inferioare și laterale se obțin mai curate decît suprafețele superioare; în consecință, adaosurile de prelucrare sînt mai mari pentru suprafețele superioare;
— calitatea suprafețelor prelucrate; valori mai mari ale adaosurilor de prelucrare se admit pentru suprafețele de la care se impun rugozitățile minime;
— metoda de formare; la formarea mecanizată sînt aplicate adaosuri de prelucrare mult mai mici;
— dimensiunile pieselor și ale suprafețelor prelucrate; cu cît aceste valori sînt mai mari cu atît pereții se pot deforma mai ușor și în consecință sînt necesare adaosuri mult mai mari;
— tipul pieselor și anume la piese complicate se impun adaosuri de prelucrare ceva mai mari;
— precizia dimensională și starea garniturii de model, precum și a ramelor de formare (cepurilor și bucșelor de ghidare), a suporturilor de uscare etc. are de asemenea influențe asupra valorilor adaosurilor de prelucrare;
— clasa de precizie a pieselor de turnare; cele mai mici adaosuri de prelucrare se prevăd la piesele din clasa I de precizie (cu dimensiunile cele mai precise); la piesele din clasa a II-a se prevăd adaosuri de prelucrare cu circa 20%, iar la cele din clasa a III-a, cu circa 40% mai mari decît la clasa de precizie.

Cu cît adaosurile de prelucrare sînt mai mari, cu atît riscul de rebutare este mai mic. Este totuși de dorit ca adaosurile de prelucrare să fie cît mai reduse, pentru a nu se consuma energie și manoperă pentru îndepărtarea prin așchiere și a nu se reduce coeficientul de scoatere în piese bune din aceeași cantitate de metal lichid. Valorile adaosurilor de prelucrare la piesele turnate sînt stabilite prin STAS 1592—74. Orientativ se precizează că adaosurile de prelucrare pentru piesele din fonte sînt cuprinse între 2 și 24 mm, iar pentru oțel între 3 și 33 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Orificiile sub 30 mm se execută prin prelucrarea mecanică, iar la cele peste 30 mm, se vor prevedea adaosuri de prelucrare ca la pereții laterali, urmînd ca formarea să se realizeze prin găurire. Orificiile fără prea severe condiții de precizie se pot executa direct din turnare.

1.3. STABILIREA TIPURILOR DE MĂRCI, A DIMENSIUNILOR MĂRCILOR ȘI ALE JOCURILOR DIN MĂRCI

Scopul mărcilor modelului este de a realiza o cavitate în formă, în care să se așeze marca miezului. Marca se dimensionează astfel încît să reziste la solicitarea miezului în timpul umplerii cu metal lichid. În cazul mărcilor prea mici există posibilitatea deformării formei, deci abateri dimensionale la piese. Dimpotrivă, și mărirea excesivă a mărcilor este nerațională, deoarece aceasta determină un consum exagerat de amestec de miezuire, spații mari pentru uscare, consum suplimentar de combustibil și amplificarea dimensiunilor ramelor de formare.

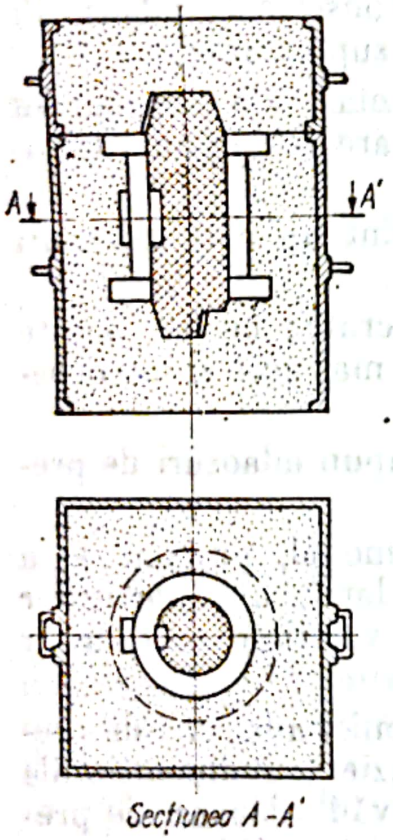


Fig. 2.12. Mărci de fixare contra rotirii la miezurile verticale.

Pentru alegerea judicioasă a dimensiunilor formelor și conicităților mărcilor se vor folosi prevederile STAS 1127—70 (atît pentru mărci orizontale cît și pentru mărci verticale). Dimensiunile și chiar forma mărcilor sînt influențate și de tipul formării (manuale sau mecanice). Pentru o ușoară montare și o siguranță a miezurilor în formă se prevăd jocuri între marca miezului și locașul corespunzător din formă. În cazul miezurilor cu proeminențe sau care trebuie montate într-o poziție determinată mărcile se prevăd cu anumite degajări. Aceste degajări se obțin prin tăiere din marca modelului și aplicarea unui adaos corespunzător în cutia de miez (fig. 2.12 și fig. 2.13).

1.4. ALEGEREA TIPULUI ȘI STABILIREA DIMENSIUNILOR REȚELELOR DE TURNARE ȘI ALIMENTARE

Avînd în vedere că la formarea mecanizată cu amestecuri de formare obișnuite **rețeaua de turnare** se execută și se amplasează pe placă-model împreună cu modelele, cîteva considerente tehnologice și constructive

Scanned with OKEN Scanner

privind aceste elemente esențiale ale tehnologiei de turnare își găsesc mai bine locul cu ocazia stabilirii tehnologiei de formare-turnare.
Rețeaua de turnare constituie ansamblul elementelor care servesc la introducerea metalului sau aliajului lichid în formă. Pentru ca să se

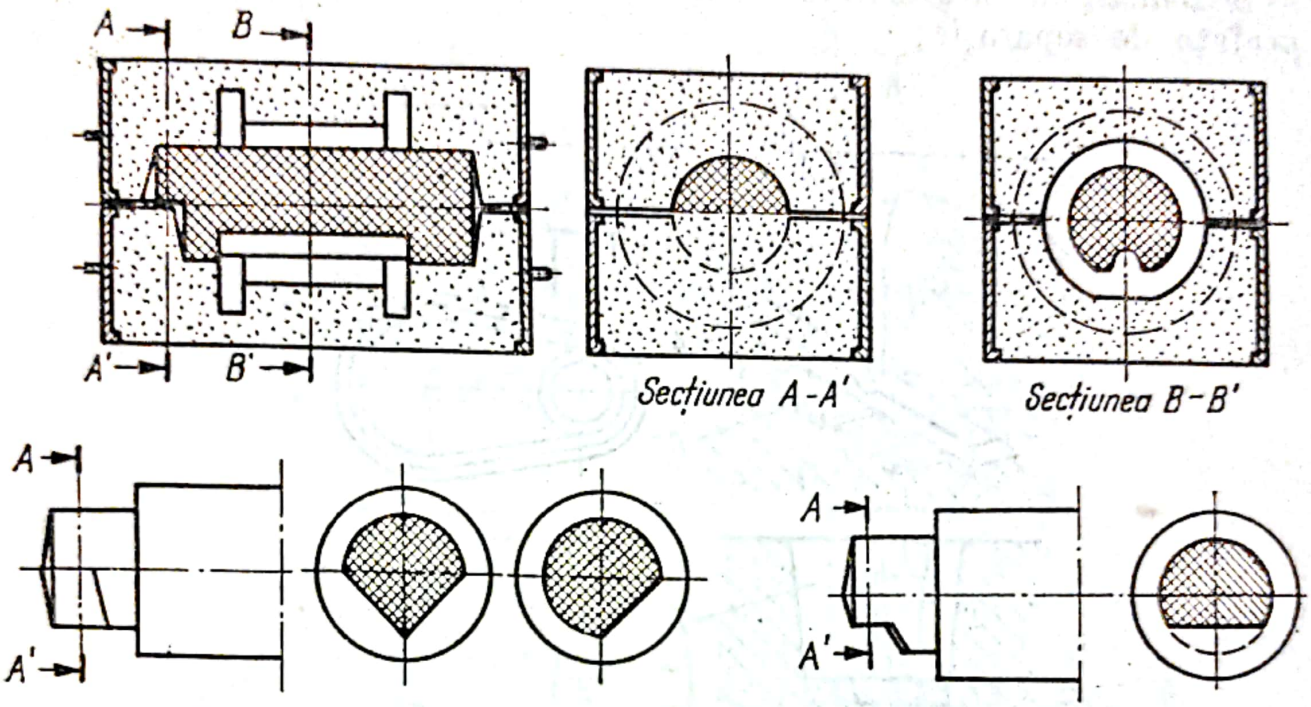


Fig. 2.13. Mărci de fixare contra rotirii la miezurile orizontale.

asigure în final piese corespunzătoare, rețeaua trebuie să îndeplinească trei condiții principale.
Prima condiție se referă la reducerea duratei de umplere a formei cu aliajul lichid, fără însă să se creeze turbioane sau vîrtejuri care pot deteriora, în final, forma.
Cea de a doua condiție se referă la rolul rețelelor de turnare de opritor de zgură sau incluziuni nemetalice; în piesă trebuie să pătrundă exclusiv metale sau aliaje curate.
Ultima condiție pe care trebuie să o îndeplinească rețeaua de turnare este legată de asigurarea unei repartizări corecte a temperaturii în forma, în vederea realizării ori a unei solidificări simultane, ori a uneia dirijate.
În general, rețeaua de turnare este compusă din: pîlnie, picior, canale de distribuție (canale colectoare de zgură) și alimentatoare (fig. 2.14).
Pentru aliaje care se toarnă prin ciocul oalei, canalul de distribuție are rol de colector de zgură. La aliajele care se toarnă prin fundul oalei, decantarea incluziunilor nemetalice fiind avansată, canalul de distribuție are rolul numai de aducerea metalului lichid din piciorul pîlniei, în alimentatoare.

Scanned with OKEN Scanner

Există multe criterii de clasificare a rețelelor de turnare a metalelor și aliajelor. Dintre acestea se apreciază că cel mai reprezentativ criteriu îl reprezintă locul de alimentare al piesei. Pe acest criteriu, rețelele de turnare se clasifică astfel, în:

— *orizontale*, la care metalul se introduce în cavitatea formei prin suprafața de separație;

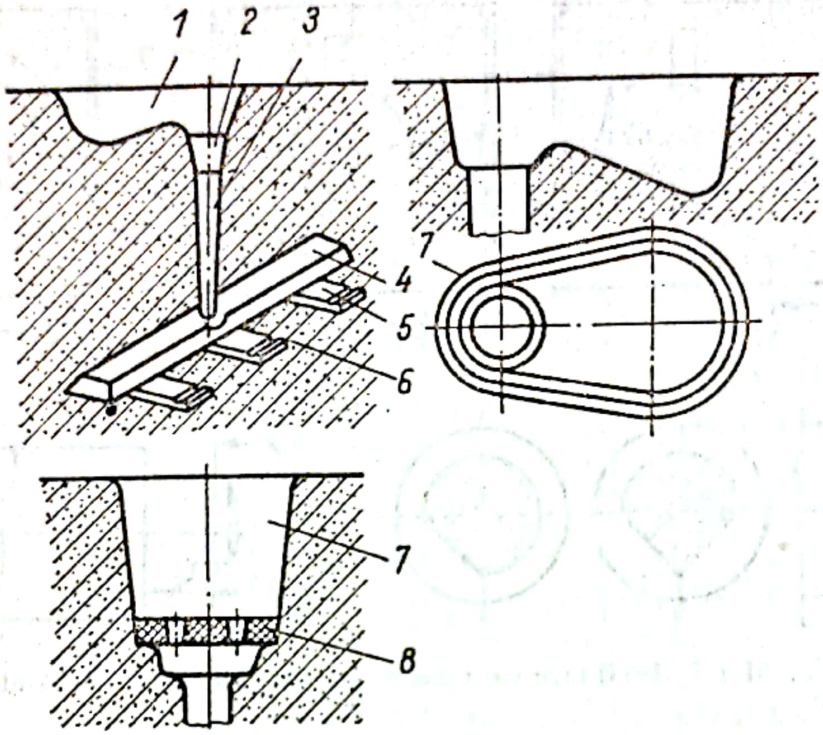


Fig. 2.14. Elementele rețelei de turnare:
1 — cupă; *2* — pîlnie; *3* — piciorul pîlniei; *4* — canal de distribuție (colector de zgură); *5* — alimentator; *6* — bază de atac; *7* — bazin; *8* — filtru.

— *directe*, inclusiv acelea în ploaie, la care metalul lichid se introduce în formă prin suprafețele superioare;

— *în sifon*, la care metalul lichid se introduce în formă prin partea inferioară;

— *etajate*, la care metalul lichid se introduce în forme prin mai multe alimentatoare, situate însă la diferite niveluri;

— *combinate*, la care sînt cuprinse mai multe tipuri de rețele pentru alimentarea unei singure piese; de fapt, aceste rețele reprezintă în fond combinarea a cel puțin două tipuri prezentate anterior, la care alimentarea etajată aproape că nu lipsește.

Rețelele de turnare orizontale sînt de mai multe tipuri constructive. Cele mai folosite asemenea rețele sînt redate în fig. 2.14. Introducerea metalului lichid în forme prin asemenea rețele de turnare ridică probleme deosebite, mai ales în ceea ce privește reținerea zgurei. Tipurile reprezentate în fig. 2.15 sînt construite pentru a se putea turna cele mai

Scanned with OKEN Scanner

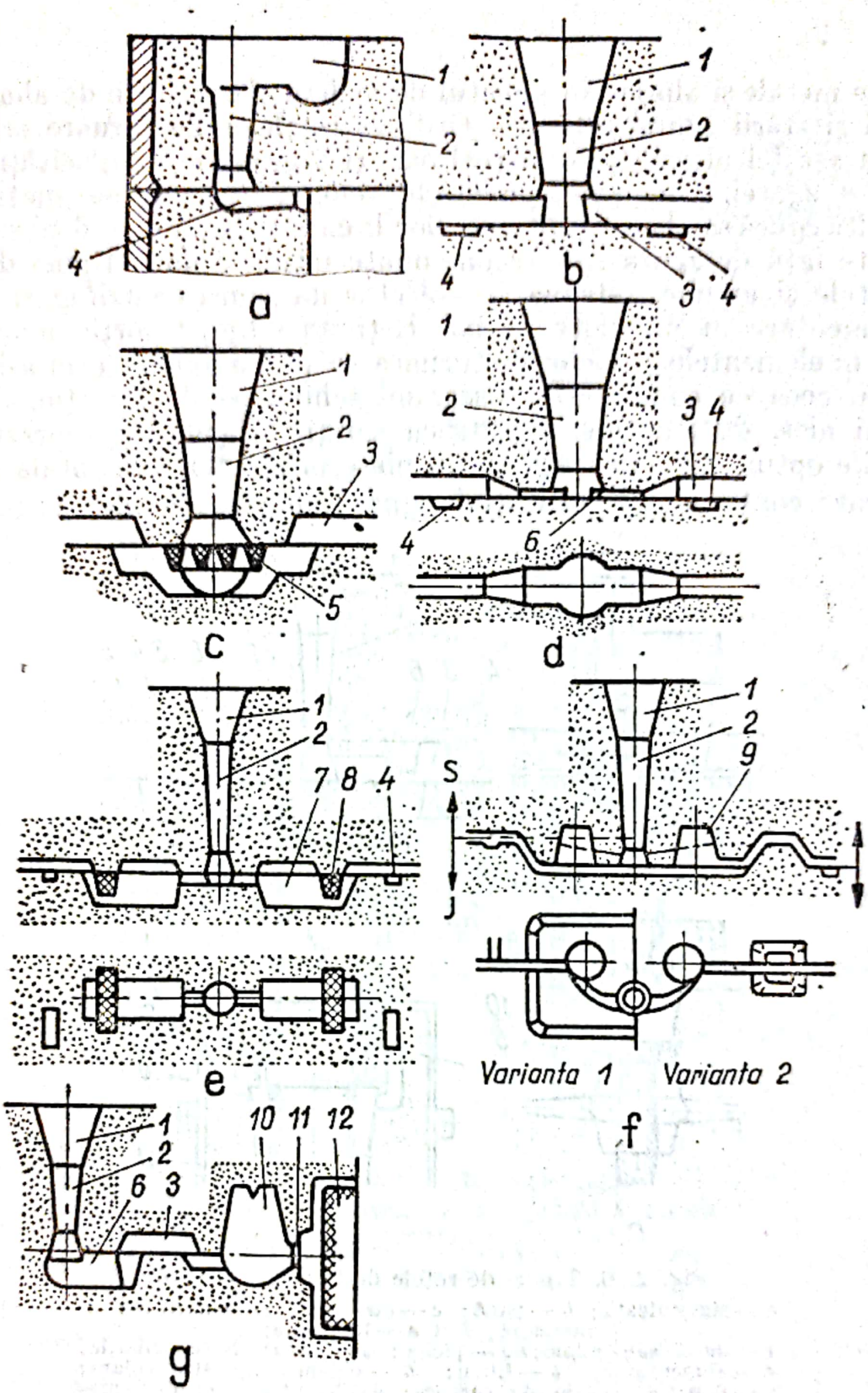


Fig. 2.15. Tipuri de rețele de turnare orizontală:

a — simplificată; *b* — simplă; *c* — cu filtru; *d* — cu strangulare; *e* — cu colector de zgură de tip cealnic; *f* — cu colector de zgură centrifug; *g* — cu alimentare prin maselota oarbă;

1 — cupă; *2* — pîlnie; *3* — canal de distribuție; *4* — alimentatoare; *5* — filtru; *6* — sistem de strangulare; *7* — colector de zgură tip cealnic; *8* — miez; *9* — colector de zgură în formă de cealnic; *10* — maselotă oarbă; *11* — bosaj; *12* — piesă.

Scanned with OKEN Scanner

diferite metale şi aliaje din punctul de vedere al cantităţii de aliaj lichid, formei şi stării zgurei reţinute. Ordinea reţelelor de turnare orizontale este în aşa fel aleasă încît să realizeze şi o gradare a capacităţii de reţinere a zgurei. Din acest punct de vedere, la turnarea materialelor cu multă zgură sau la turnarea pieselor la care se impun condiţii severe de puritate faţă de zgură sînt recomandate ultimele două tipuri de reţele orizontale şi anume, reţeaua cu colector de zgură centrifug şi reţeaua de alimentare în maselotă oarbă. Reţinerea în proporţie avansată a zgurei în elementele reţelelor de turnare se poate realiza prin asigurarea frînării, ceea ce constructiv înseamnă schimbări de direcţie, de nivel şi, mai ales, de secţiune. Asemenea soluţii tehnologice reprezintă rezolvările optime pentru turnarea în piese prin reţele orizontale a metalelor care conţin matri cantităţi de zgură sau la care reţinerea zgurei este

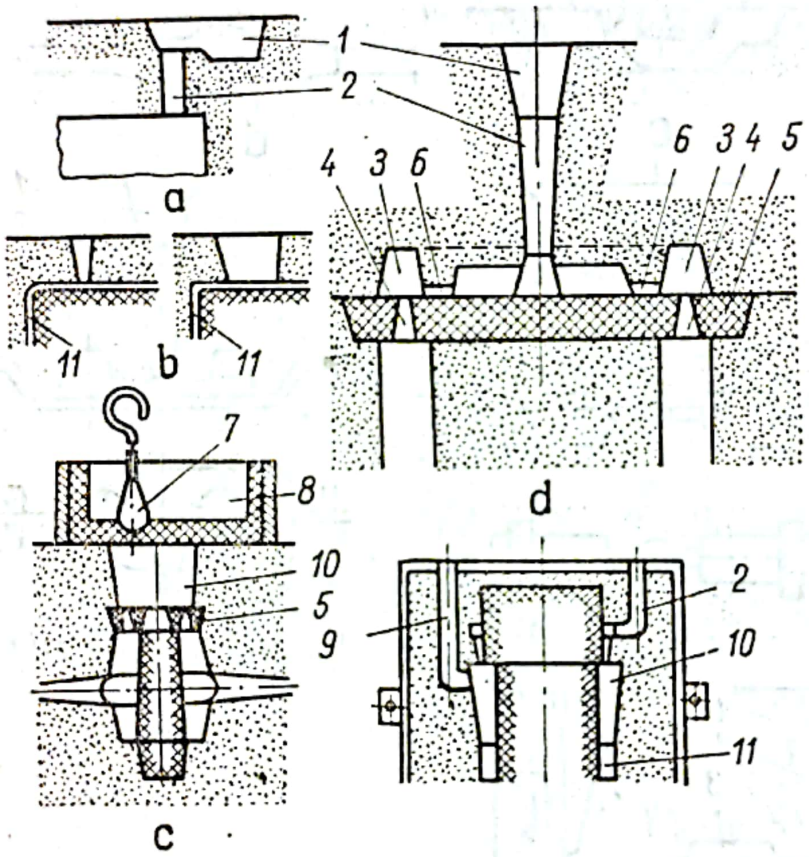


Fig. 2.16. Tipuri de reţele de turnare directă:
a — simplificată; *b* — pană; *c* — cu bazin şi alimentare în maselotă; *d* şi *e* — în ploaie;
1 — cupă sau pîlnie; *2* — picior; *3* — canal de distribuţie; *4* — alimentator; *5* — filtru; *6* — sistem de străngulare; *7* — dop; *8* — bazin de turnare; *9* — răsuflătoare; *10* — maselotă; *11* — piesă.

dificilă. Marea diversitate concepţională a lor se explică prin larga utilizare la umplerea formlor cu cele mai diferite tipuri de metalelichide. Principalele tipuri constructive de reţele de turnare directe sînt redate în fig. 2.16,

Scanned with OKEN Scanner

iar rețelele de turnare în sifon, în fig. 2.17. În fig. 2.18 sînt prezentate rețele de turnare etajată. Pentru turnarea pieselor înalte, cu configurație complicată și cu pereți subțiri se recomandă rețelele de

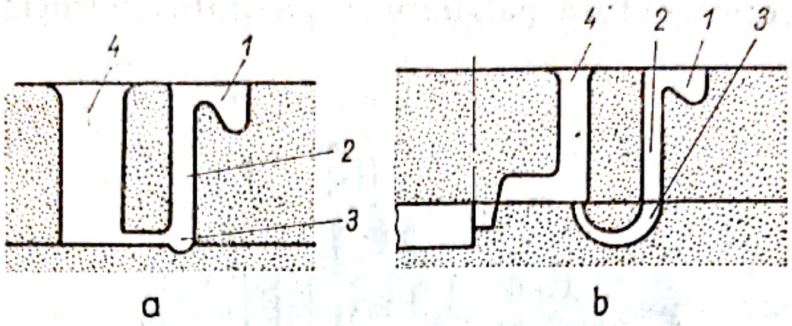


Fig. 2.17. Tipuri de rețele de turnare în sifon:
a — obișnuită; *b* — cu alimentator;
1 — pîlnie; *2* — picior; *3* — alimentator; *4* — cavitatea piesei.

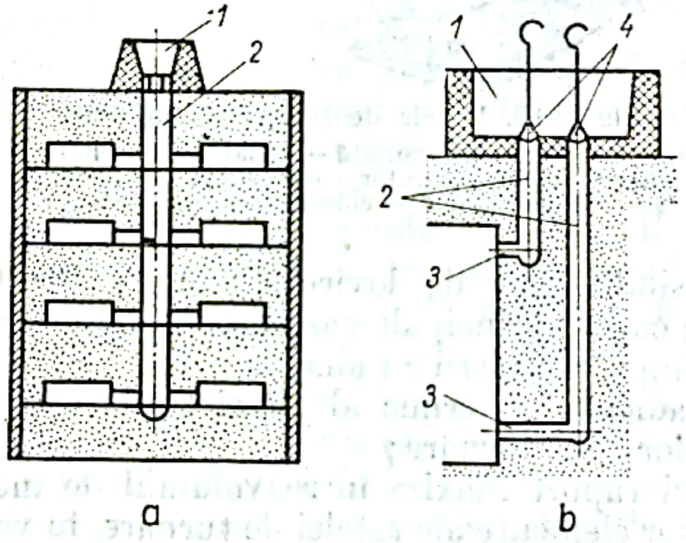


Fig. 2.18. Rețele de turnare etajate:
a — pentru piese suprapuse; *b* — pentru o singură piesă;
1 — cupă; *2* — picior; *3* — alimentator; *4* — dop; *5* — bazin.

turnare combinate. În fig. 2.19 se prezintă o piesă prevăzută cu o rețea combinată. La acest tip de rețea se evidențiază prezența a două pîlnii de turnare și a două picioare ale pîlniilor, alimentarea piesei se realizează la diferite niveluri; la nivelul inferior canalele de distribuție se continuă cu multe alimentatoare. Diferențele de grosimi ale pereților piesei necesită și alimentarea în ploaie; pe partea superioară sînt plasate și răsuflătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Condiţiile generale care trebuie respectate la *alegerea* reţelei de turnare sînt:

— consum minim de metale;

— îndepărtarea completă a zgurei, a bulelor de aer, a incluziunilor nemetalice de orice natură pătrunse în cavitatea formei;

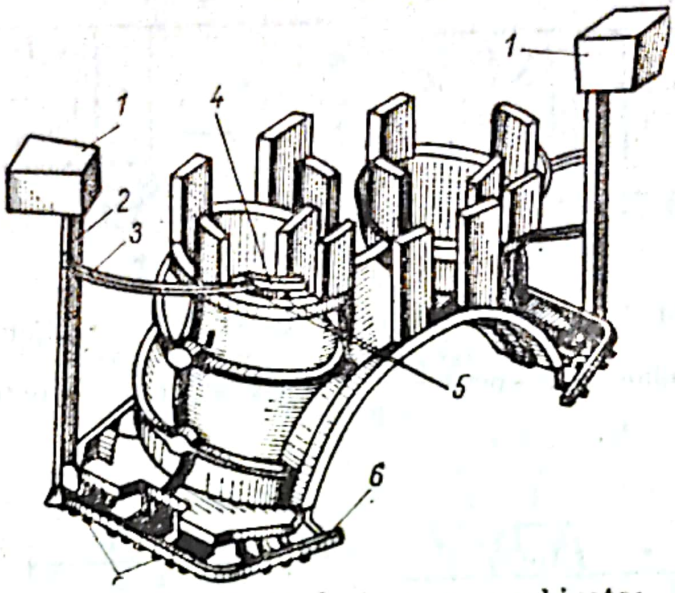


Fig. 2.19. Reţele de turnare combinate:
1 — cupă; *2* — picior; *3* — canal de distribuţie superior; *4* — colector de zgură superior; *5* — alimentator; *6* — colector de zgură inferior.

— eliminarea posibilităţilor de lovire directă a pereţilor formei sau miezurilor, deci a cauzei principale care determină deteriorarea formelor şi miezurilor în timpul umplerii cu aliaj lichid;

— diminuarea gradientului termic al piesei turnate şi, în acest fel, reducerea tensiunilor de turnare;

— asigurarea unui raport maxim între volumul de metal şi suprafaţa laterală a diferitelor elemente ale reţelei de turnare, în vederea diminuării pierderilor hidraulice prin frecare; canalele circulare sînt, evident, din acest punct de vedere cele mai indicate;

— alimentarea cît mai uniformă şi pe cît se poate descentralizată, pentru a se preveni formarea nodurilor termice;

— diminuarea frecărilor la curgerea metalelor în formă prin executarea unor canale inferioare netede;

— dirijarea pe o suprafaţă înclinată sau în lungul pereţilor la turnarea directă, deoarece în acest fel se aisgură o antrenare mai redusă de aer şi mai puţini stropi.

Reţelele orizontale şi simplificate se utilizează la turnarea pieselor nu prea complicate şi pentru care nu există prescripţii prea severe de calitate. Reţelele orizontale cu filtru şi cu strngulare se recomandă la

Scanned with OKEN Scanner

turnarea pieselor executate pe mașini de format și a pieselor la care se solicită calități deosebite. Pentru realizarea pieselor turnate cu suprafețe foarte curate se adoptă în special rețelele de turnare cu colector de zgură. Rețelele de turnare orizontale cu alimentare în maselotă oarbă se adoptă la realizarea pieselor din fonte maleabilizate și din fonte cu grafit nodular, precum și pentru obținerea pieselor masive din fonte cenușii. Rețetele orizontale cu frînare se recomandă la turnarea pieselor din aliaje care sînt însoțite cu multă zgură.

Rețelele directe, simplificate, se folosesc pentru cazurile cînd rezultă prin calculul alimentatoare prea groase.

Rețelele directe, cu alimentatoare pană, se recomandă pentru turnarea pieselor cu pereți subțiri. Turnarea pieselor cu pereți de grosime mijlocie se va realiza de preferință cu ajutorul rețelelor directe cu bazin. Turnarea directă în ploaie se poate adopta la turnarea pieselor mijlocii și mari de formă cilindrică.

Rețelele de turnare în sifon se pot utiliza la turnarea pieselor executate manual și la care se impune o umplere liniștită a formelor.

Rețelele de turnare etajate se utilizează în special la turnarea pieselor cu mai multe suprafețe de separație.

În privința greutății pieselor turnate, recomandările sînt oarecum unitare, în sensul că pentru turnarea oțelurilor în piese mai mici de 100 kg, rețeaua optimă recomandată este aceea orizontală. Piesele cu greutate de 100—500 kg se vor turna cu rețele orizontale cu mai multe alimentatoare, cu rețele etajate sau cu rețele cu sifon. Rețeaua de turnare directă se recomandă mai puțin pentru obținerea pieselor, ea putînd fi oarecum tolerată la executarea unor piese cu suprafețe mai mari decît acelea obișnuite.

În cazul turnării în forme obținute cu modele ușor fuzibile, rețeaua de turnare directă are însă marele avantaj că asigură cele mai bune condiții de umplere a pieselor cu grosimi de perete mici și mijlocii. Acest tip de rețea necesită un consum redus de metal și determină o distribuție optimă a temperaturii, diminuînd corespunzător gradientul termic din formă. Limitarea utilizării rețelelor de turnare directă este determinată de faptul că prin căderea metalului lichid de la înălțime mare se poate deteriora forma, iar reținerea zgurei și a incluziunilor de amestec de formare este practic redusă. Metalul și aliajul lichid care cade liber antrenează foarte mult aer, ceea ce determină oxidări. Din acest motiv, rețeaua de turnare directă este total neindicată la umplerea formelor cu aliaje, avînd tendință ridicată de oxidare.

Rețeaua de turnare orizontală micșorează înălțimea de cădere a jetului și, implicit, posibilitățile de deteriorare a formei. O asemenea rețea înrăutățește întrucîtva, totuși, condițiile de umplere a formelor și, în plus, necesită un consum ridicat de metal. La o umplere judicioasă a alimen-

Scanned with OKEN Scanner

tatoarelor, rețeaua de turnare orizontală a aliajelor asigură o reținere avansată a zgurei.

Rețeaua de turnare în sifon nu este prea indicată pentru umplerea pieselor cu pereți subțiri, în plus necesitînd cantități mai mari de metal. Aceste tipuri de rețele permit obținerea pieselor înalte, chiar și în părțile inferioare lipsite de zgură; un alt avantaj constă în aceea că suprafețele formelor se erodează foarte puțin. Asemenea rețele de turnare complică însă foarte mult execuția însăși a formelor și de aceea, la alegerea lor, trebuie să se analizeze mai ales implicațiile economice determinate de amplificarea duratei de executare a formelor.

Rețelele de turnare etajate, care se pot aplica mai ales în cazul formelor cu mai multe suprafețe de separație, au utilizare la obținerea pieselor de greutăți și dimensiuni mari. Alimentatoarele se amplasează astfel încît să acționeze la timpul potrivit. Pentru aceasta, alimentatoarele sînt amplasate înclinat, avînd unghiuri care scad de jos în sus (alimentatoarele de la mijloc ajung la circa 30—40°, pentru ca în partea superioară unghiurile să fie foarte mici, iar alimentarea să fie oarecum orizontală, dacă nu e mai indicat să fie îndreptată în jos).

În cazul în care se toarnă metale și aliaje cu fluiditate mică se folosesc rețele de turnare simple, pentru a se evita pierderile de presiune provocate de curgerea prin cavitatea formei și prin elementele rețelei. La turnarea aliajelor care se oxidează ușor și care necesită colectarea zgurei în cadrul rețelei de turnare se vor prefera rețele de turnare care micșorează viteza de curgere, admițînd filtre sau soluții speciale de reținere. La umplerea orizontală a formelor se constată o răcire relativ rapidă a metalului lichid, datorită curgerii pe o suprafață de răcire mai mare a formei și de aceea, aceste soluții tehnologice de turnare necesită o viteză mai mare de curgere și un număr mai mare de alimentatoare. În afară de aceasta, se produce și încălzirea suprafeței superioare a cavității formei, care poate da naștere la defecte de suprafață în piesele turnate. La umplerea verticală a formei, metalul lichid din cavitatea formei se poate deplasa de jos în sus și de sus în jos. Turnarea în forme înclinate, cu un unghi de circa 10—20° față de orizontală, necesită introducerea metalului lichid la locul cel mai de jos al formelor și folosirea preaplinurilor în locul cel mai de sus (pentru eliminarea impurităților și pentru a limita zona formei solicitată mai mult termic (locul de introducere a metalului lichid) și suprafața care primește căldura.

Pentru obținerea unor piese turnate de bună calitate este necesară nu numai obținerea unor forme și a unor aliaje corespunzătoare, ci și o umplere liniștită cu metal lichid a formelor și îndepărtarea avansată a particulelor de zgură și a gazelor.

În esență, *calculul rețelelor de turnare* constă în stabilirea ariei celei mai înguste prin care se umple forma în timp optim. Celelalte arii ale elemen-

Scanned with OKEN Scanner

telor rețelelor de turnare se stabilesc în funcție de aria minimă, pe baza unor rapoarte caracteristice. Dacă ariile descresc începînd cu piciorul pîlniei, continuînd cu canalul colector de zgură și terminînd cu alimentatorul, elementul care se determină este tocmai alimentatorul. O asemenea rețea de turnare este convergentă. Înseamnă că rețeaua convergentă se caracterizează prin inegalitatea:

$$A_{pp} > A_{cz}(A_{cd}) > A_a,$$

în care: A_{pp} este piciorul pîlniei;

A_{cz} (A_{cd}) — aria canalului colector de zgură (respectiv a canalului de distribuție);

A_a — aria alimentatorului,

inegalitatea extinzîndu-se asupra sumei lor. Rețelele de turnare convergente se aplică în general aliajelor fără tendință de spumare.

Turnarea aliajelor cu oxidabilitate ridicată (bronzuri cu aluminiu, cu beriliu, alame silicioase etc.) se realizează cu rețele de turnare divergente, la care există inegalitatea:

$$A_{pp} < A_{cz} > A_a.$$

Valorile rapoartelor caracteristice între ariile elementelor rețelelor de turnare sînt extrem de diferite. Astfel, pentru fontă, se recomandă rapoartele:

— la piese mari, importante

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}4 : 1{,}2 : 1;$$

— pentru piesele mici și mijlocii

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}15 : 1{,}1 : 1;$$

— pentru piesele mici și cu pereți subțiri

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}1 : 1{,}06 : 1.$$

La turnarea pieselor din oțel se recomandă rapoartele:

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}6 : 1{,}3 : 1.$$

La turnarea pieselor din aliaje pe bază de cupru, cu tendință de spumare, rețelele de turnare divergente se construiesc respectînd rapoartele:

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}25 : 1{,}5 : 1;$$

sau

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1{,}0 : 2{,}5 : 1;$$

sau

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 0{,}8 : 2{,}5 : 1.$$

Aliajele pe bază de aluminiu și magneziu se toarnă prin rețele avînd rapoartele:

$$A_{pp} = A_{cz} : A_a = 1 : 3 : 3;$$

Scanned with OKEN Scanner

sau chiar

$$A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1 : 6 : 6.$$

Secțiunea cea mai îngustă a rețelelor de turnare se poate stabili cu ajutorul nomogramelor. În fig. 2.20 se redă o nomogramă pentru calculul acestei secțiuni. Pe nomogramă s-au trasat cu linii punctate modul

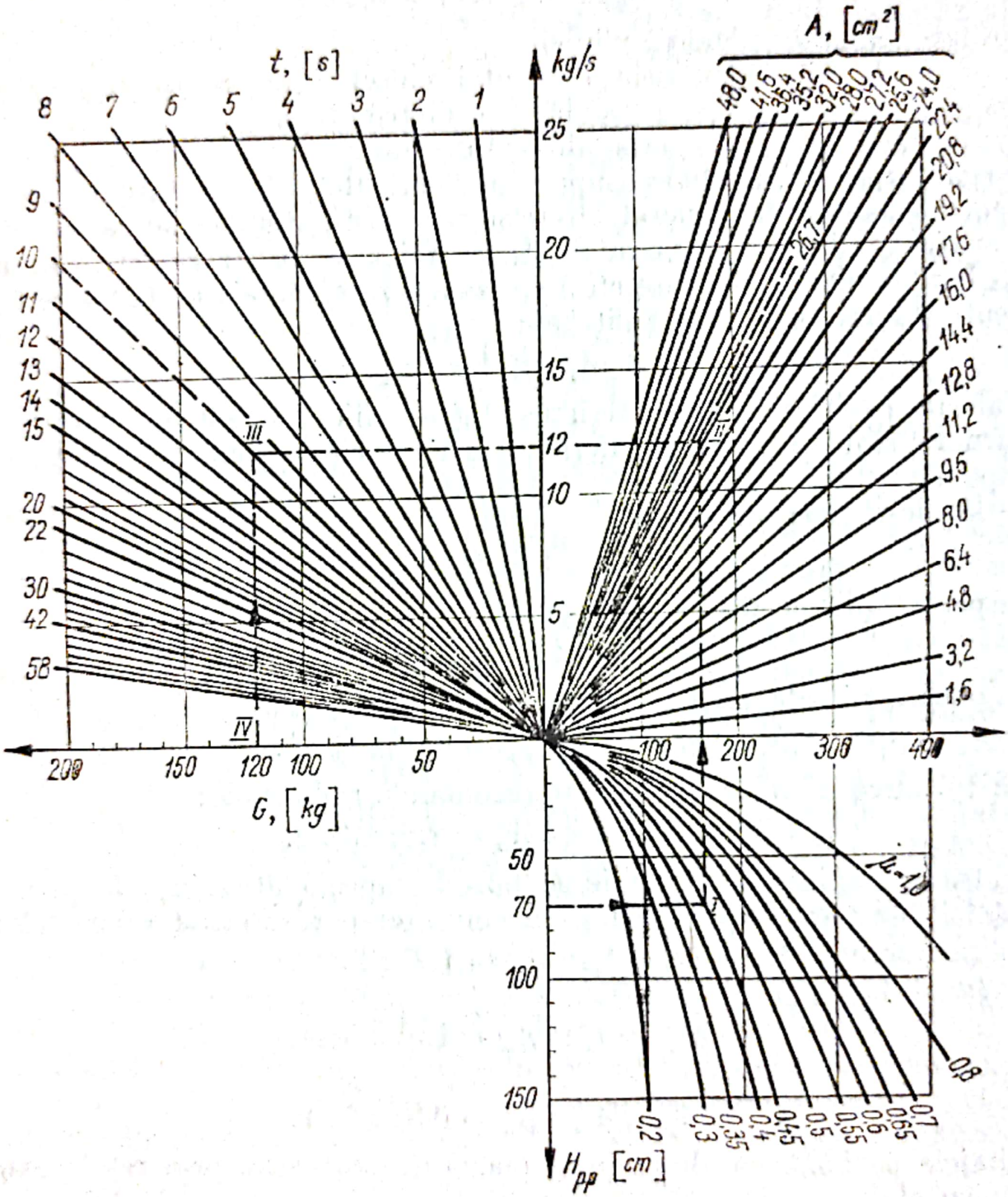


Fig. 2.20. Nomogramă pentru calculul celei mai înguste suprafețe A a rețelei de turnare a aliajelor cu bază de aluminiu

Scanned with OKEN Scanner

de determinare a secțiunii A pentru turnarea unei piese din aliaj de aluminiu cu înălțimea $H_{pp} = 70$ cm și în forme care au $\mu = 0{,}45$. Cantitatea de aliaj care trece prin această secțiune este $G = 120$ kg, iar timpul de umplere $t = 10$ s. Rezultă secțiunea $A = 26{,}7$ cm^2 la intersecția dreptelor $I—II$, cu orizontala $III—II$; apoi, pe baza rapoartelor caracteristice se determină secțiunile celorlalte elemente ale rețelei de turnare.

În fig. 2.21 se expune un mod de amplasare a rețelelor de turnare din fontă cenușie pe o placă de formare pe care se găsesc cinci capace, iar în fig. 2.22, pentru o carcasă de electromotor.

În fig. 2.23 este exemplificată tehnologia de turnare a unei piese din fontă maleabilă, iar în fig. 2.24 pentru două piese din fontă nodulară.

Rețeaua de turnare a unei vane de oțel este prezentată în fig. 2.25, evidențiindu-se și **maselotele.**

Funcția principală a unei maselote este de compensare a contracției volumice. O maselotă corect dimensionată trebuie să împiedice formarea defectelor care pot apărea în timpul procesului de solidificare a unei piese turnate. În practică însă, nu toate felurile de contracție sînt eliminate prin utilizarea maselotelor. Maselotele obișnuite pot elimina ușor microretasurile și reduce denivelările de la suprafață; efectele lor sînt limitate în practică în ceea ce privește celelalte defecte generale de contracție. Totdeauna este necesar ca o parte a maselotei să rețină suficient metal lichid care să fie în stare să pătrundă în interiorul piesei turnate în timpul perioadei cînd se formează defectele de contracție, care trebuie să fie eliminate prin alimentarea cu metal. Durata acestei perioade este în legătură directă cu timpul de solidificare al piesei turnate.

Din aceste considerații se trage concluzia că o caracteristică importantă a maselotei este că timpul de solidificare trebuie să fie proporțional cu timpul necesar pentru solidificarea altor părți specifice ale piesei turnate.

Maselotele concentrează retasurile principale, servind în același timp și ca mijloace de diminuare a porozității axiale și de îndepărtare a impurităților. Există mai multe criterii pentru clasificarea maselotelor și anume:

— felul cum acționează asupra nodului termic: *cu acțiune directă și indirectă* (laterală);

— poziția în formă: *deschise* (în contact direct cu mediul exterior) și *închise* (nu are contact cu mediul exterior, fiind cuprinse complet în formă);

— construcția: *cilindrice verticale, cilindrice orizontale, plate și combinate*;

Scanned with OKEN Scanner

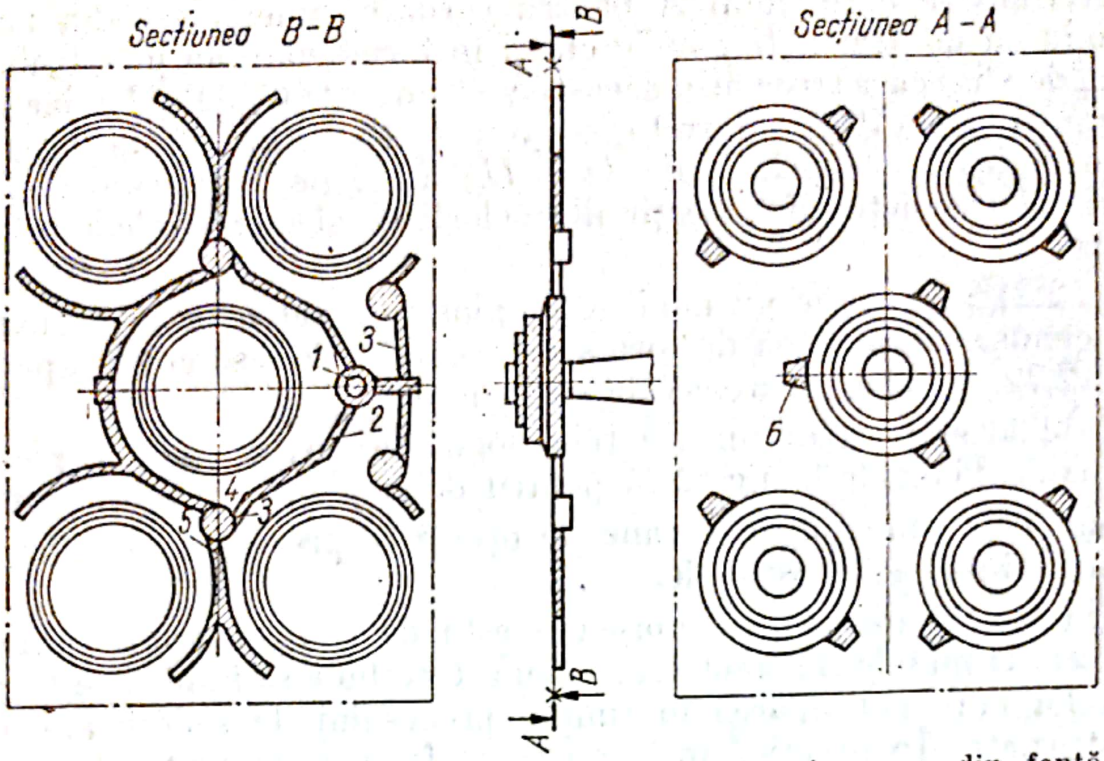


Fig. 2.21. Amplasarea și construcția rețelei pentru turnarea din fontă cenușie a unor capace:

1 — piciorul pîlniei (Ø 30 mm); *2*, *3*, *4*, și *5* — canale de distribuție (cîte 6,5 cm² fiecare); *6* — alimentatoare cu suprafața secțiunii de 6,0 cm² fiecare (greutatea piesei 3,6 kg; $T_t = 1\,300$ °C; Fc 20; $t = 8$ s; formare mecanizată).

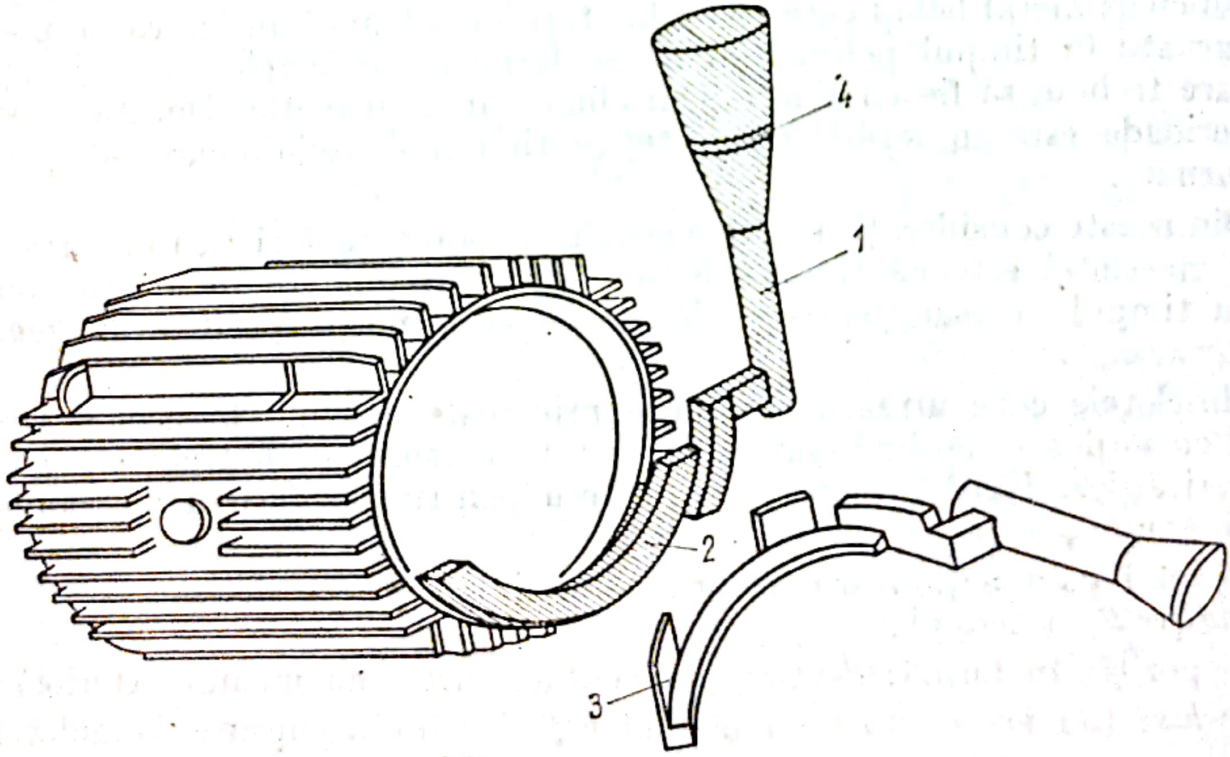
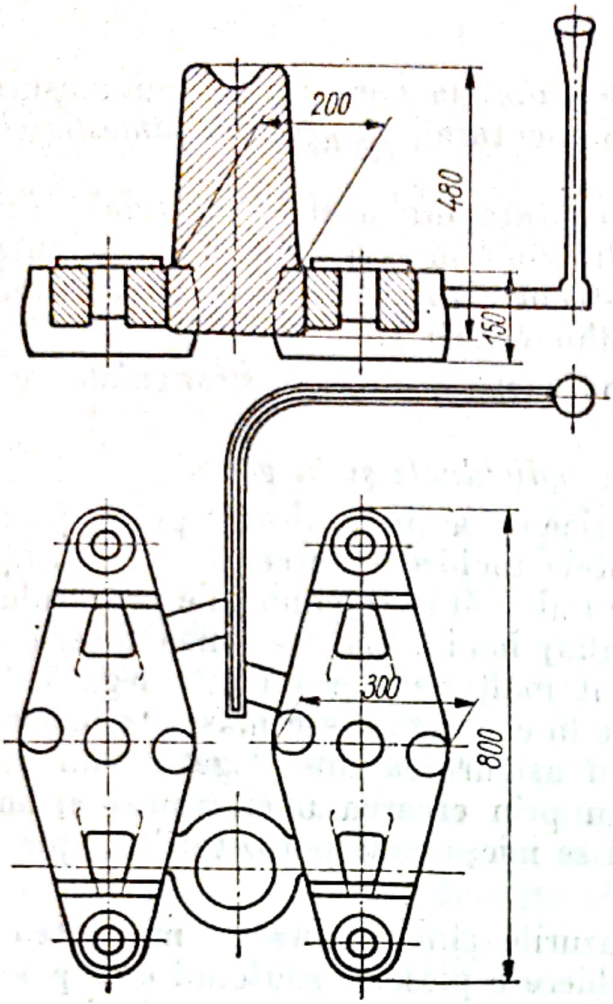


Fig. 2.22. Amplasarea și construcția rețelei de turnare pentru carcase de electromotor:

1 — piciorul pîlniei (Ø 30 mm); *2* — canal de distribuție ($A_{cd} = 7$ cm²); *3* — alimentatoare ($\Sigma A_{al} = 7$ cm²); *4* — filtru (greutatea piesei 40 kg; Fc 20; $T_t = 1\,300$ °C; $t = 10$ s).

Scanned with OKEN Scanner



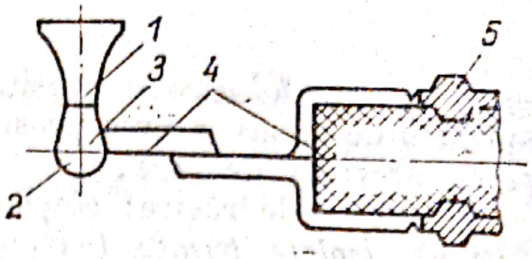


Fig. 2.23. Reţea de turnare a fontelor malcabile:

1 — pîlnie şi piciorul pîlniei; *2* — suportul pîlniei; *3* — canalul colector; *4* — alimentatoarele; *5* — piese.

Fig. 2.24. Reţeaua de turnare din fontă din grafit nodular a unui stativ (G = = 120 kg; grosimea minimă, 20 mm; T_t = 1380°C; t_t = = 40 s; proporţia reţelei, 45%).

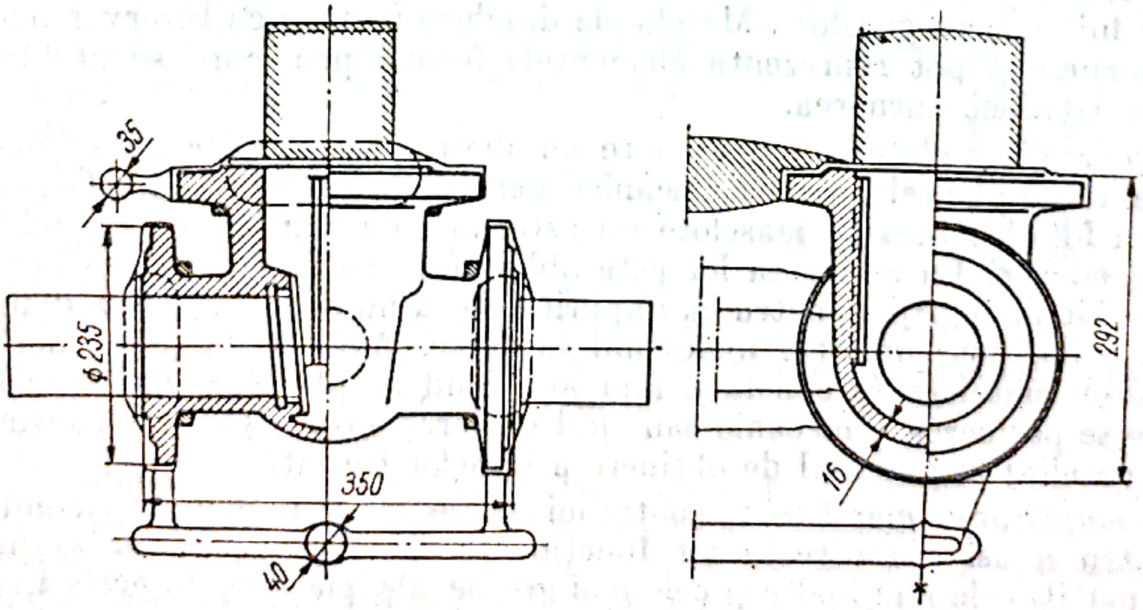


Fig. 2.25. Reţeaua de turnare a unei vane de oţel.

— modul de folosire a presiunii: *obişnuite* (la care nu se iau măsuri speciale de creare a unei presiuni suplimentare), *cu presiune atmosferică şi cu presiune de gaze*;
— condiţiile de răcire: *obişnuite* (executate din acelaşi material ca şi forma), *izolate termic* (executate dintr-un material cu conductibilita termică mică) şi *încălzite* (cu amestecuri izoterme, prin intermediul unor arzătoare sau cu ajutorul arcului electric);
— după modul de îndepărtarea după piesă: *netede şi şirangulate* (cu diafragmă);
— după numărul modurilor termice: *individuale şi în grup.*

De regulă se plasează maselote cilindrice cu acţiune directă pe cît posibil închise. În cazul cînd în maselotele închise se creează posibilităţi de acţiune a presiunii atmosferice, se îmbunătăţesc condiţiile procesului de alimentare a nodului termic cu aliaj lichid. La asemenea maselote se asigură un volum constant întrucît înălţimea lor nu este legată de condiţiile de turnare. În plus, formele în care se găsesc maselote închise se pot executa uşor mecanizat. Prin asigurarea unei legături directe între retasuri şi mediul ambiant sau prin crearea unei suprapresiuni se măreşte eficacitatea maselotelor şi se micşorează porozităţile în piesa turnată.

Maselotele laterale se preferă în cazurile cînd montarea maselotelor directe complică prelucrarea prin aşchiere a pieselor sau cînd este posibilă folosirea maselotelor laterale cu rol de maselotă pentru eliminarea simultană a cîtorva piese mici.

Maselotele deschise permit să se realizeze pe deplin, chiar şi mai mult funcţiile răsuflătoarelor care se folosesc obişnuit la piesele turnate, din fontă. De aceea, maselotele deschise uşurează umplerea formelor prin înlăturarea gazelor . Maselotele deschise servesc ca rezervor pentru incluziuni şi pot reprezenta elementele formei prin care se urmăreşte şi se conduce turnarea.

Aplicarea maselotelor strangulate cu diafragmă permite să se micşoreze volumul prelucrărilor mecanice pentru îndepărtarea lor. Generalizarea folosirii acestor maselote nu este posibilă întrucît uneori nu sînt prea eficace. La aplicarea lor este obligatoriu ca formele să se execute deosebit de îngrijit, pentru ca impurităţile să nu se strîngă sub diafragmă, unde pot constitui incluziuni în piese. Avantajele economice ale acestor maselote se constată mai ales cînd se plasează pe suprafaţa care se prelucrează mecanic sau cînd se doreşte o micşorare a consumului de aliaj în procesul de obţinere a pieselor turnate.

La *amplasarea maselotelor* va trebui să se respecte anumite condiţii, pentru a asigura corecta lor funcţionare. Maselotele se vor amplasa pe părţile cele mai înalte şi cele mai groase ale pieselor. În acelaşi timp

Scanned with OKEN Scanner

se vor lua măsuri pentru accelerarea solidificării termice din zonele inferioare ale pieselor.

Pe fiecare parte masivă a piesei, legată de celelalte părți prin pereți subțiri, se vor amplasa obligatoriu maselote.

În cazul cînd maselotele sînt plasate la nivele diferite se vor lua măsuri pentru accelerarea răcirii pereților care unesc părțile de sub maseotă. În caz contrar, părțile superioare de sub maselotă. În caz contrar, părțile superioare de sub maselotă vor alimenta nu numai piese, ci și maselotele inferioare.

Maselota trebuie amplasată pe acel element al piesei turnate care în procesul tehnologic se solidifică ultimul. Astfel de elemente sînt părțile mai groase, îngroșările locale, locurile de racordare a diferitelor părții, locurile de alimentare cu metal lichid etc.

Prin amplasarea maselotelor în jurul alimentatoarelor se încetinește solidificarea maselotelor, datorită faptului că materialul lichid încălzește mai mult forma în locul respectiv.

La amplasarea maselotelor indirecte se va avea în vedere ca punctul cel mai înalt al nodului termic să nu depășească nivelul superior al rețelei de turnare.

Maselotele nu trebuie amplasate în locurile cu tensiuni maxime determinate de frînarea de către formă a contracției, deoarece s-ar favoriza apariția crăpăturilor. Pentru evitarea apariției crăpăturior, maselotele se plasează, deci, astfel încît să îngreuneze cît mai puțin contracția piesei.

Maselota va trebui să fie montată în așa fel încît separarea ei de piesa turnată să nu prezinte greutăți. Aceasta înseamnă, în fond, instalarea maselotelor pe suprafețele la care se prevede o prelucrare prin așchiere.

Este necesar să se tindă spre o astfel de amplasare a maselotelor încît una să alimenteze zone cît mai întinse ale piesei sau să alimenteze cît mai multe noduri termice.

Dimensionarea maselotelor se realizează destul de dificil, de aceea se adoptă dimensionarea pe baza nomogramelor sau a graficelor. Pe baza experienței este larg răspîndită metoda grafică de dimensionare, cunoscută sub denumirea metodei sferelor înscrise (fig 2.26). Valorile diametrului d se determină din tabele în funcție de greutatea piesei.

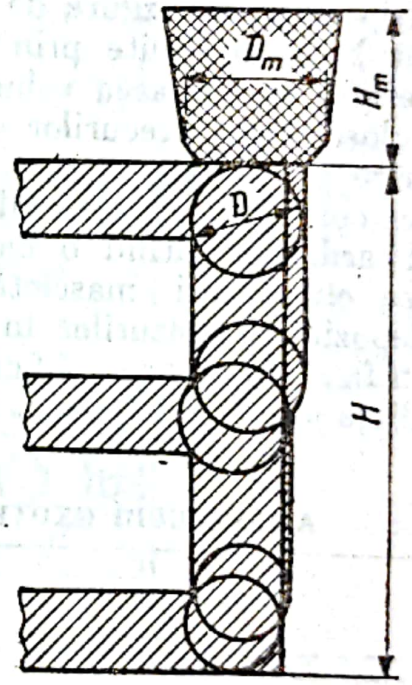


Fig. 2.26. Schema de aplicare a metodei sferelor înscrise în vederea dimensionării maselotelor.

Scanned with OKEN Scanner

Problema reducerii dimensiunilor maselotelor și a măririi siguranței de funcționare a acestora este încă o preocupare principală, fiind esențială în acțiunea de mărire a coeficientului de scoatere în piese bune dintr-o cantitate de metal lichid. Pentru menținerea metalului lichid mai mult timp în maselotă există mai multe soluții, dintre care cele mai simple și mai cunoscute sînt:
— turnarea suplimentară de metal lichid fierbinte în maselote, pe măsura solidificării;
— turnarea parțială prin maselote (o parte la început prin rețeaua de turnare, apoi numai prin maselotă).
— adăugarea pe maselote a unor materiale izolatoare (exclusiv la maselotele deschise), după umplerea formei;
— introducerea în maselote a unor materiale generatoare de căldură (termite, luncherite);
— executarea unor maselote în miezuri cilindrice (deci modelul va fi executat la dimensiunea maximă a inelului) din amestecuri exotermice sau izolatoare.
Rezultate bune se obțin chiar prin adăugarea pe maselotă de mangal, nisip uscat sau zgură de cubilou. La piese mari din oțel se pot obține rezultate deosebite prin utilizarea termicemului (brevet ICEM), care permite diminuarea volumului maselotelor chiar cu 40%.
Folosirea amestecurilor exotermice la confecționarea miezurilor cilindrice pentru căptușirea maselotelor este cea mai întîlnită soluție. La contactul cu metalul lichid, amestecurile (tabelul 2.3) se aprind și ard, dezvoltînd o cantitate de căldură care contribuie la mărirea eficacității maselotelor. O atenție deosebită trebuie acordată depozitării miezurilor în locuri ferite de umezeală.
În fig. 2.27 se exemplifică cu rețeaua de turnare a unei elice navale din aliaje pe bază de cupru, iar în fig. 2.28 rețeaua de turnare a unei piese

Tabelul 2.3

AMESTECURI EXOTERME PENTRU CĂPTUȘIREA MASELOTELOR

Materialul	COMPOZIȚIA CHIMICĂ, %			
	I	II	III	IV
Aluminiu praf	10	18—30	26	25
Oxid de fier fin	62	45—64	30	32
Sulfat de bariu	—	7—20	—	—
Cenușă de cocs	—	5—15	17	8
Așchii de fontă	—	—	20	23
Mangal	—	—	7	7
Ferosiliciu (75%)	13	—	—	—
Șamotă	8	—	—	—
Argilă	7	—	—	—
Liant (dextrină, leșie sulfitică sau silicat)	4—5	4—5	4—5	4—5

Scanned with OKEN Scanner

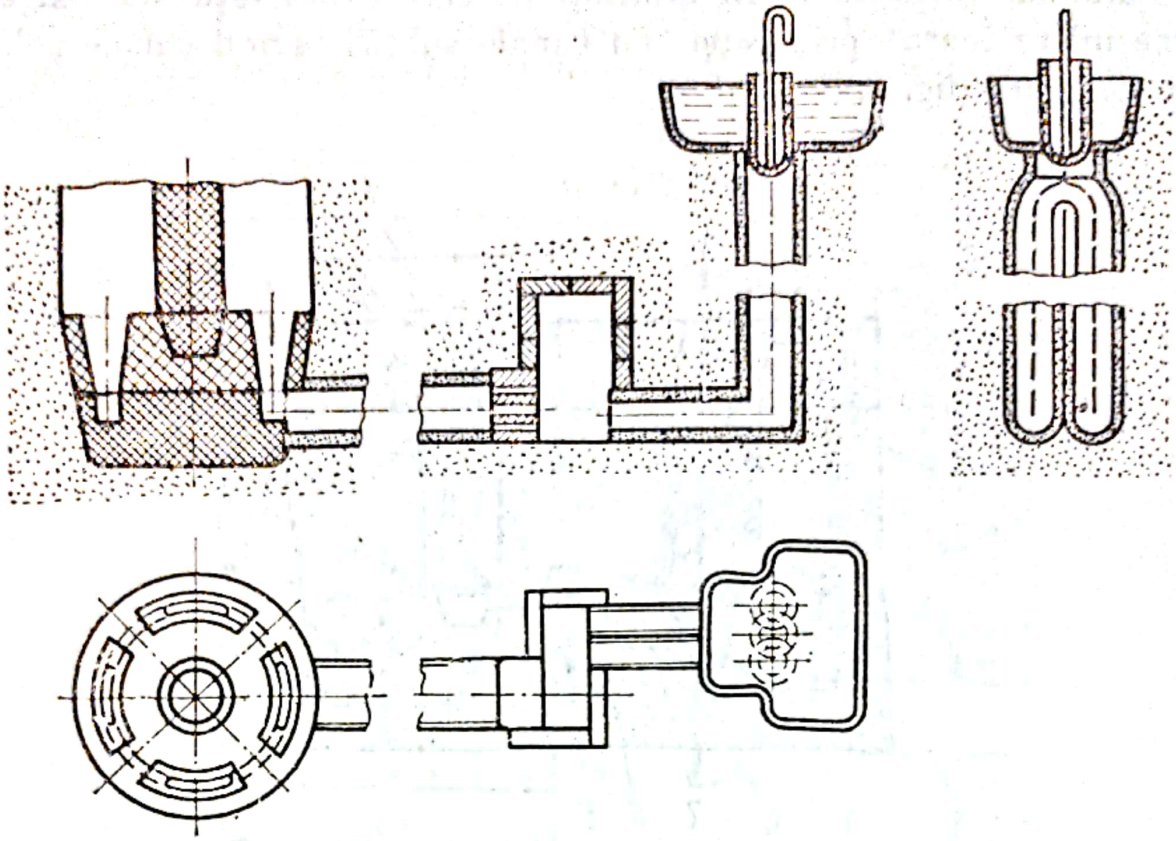


Fig. 2.27. Rețea de turnare pentru umplerea cu aliaj lichid a formei de elice navală.

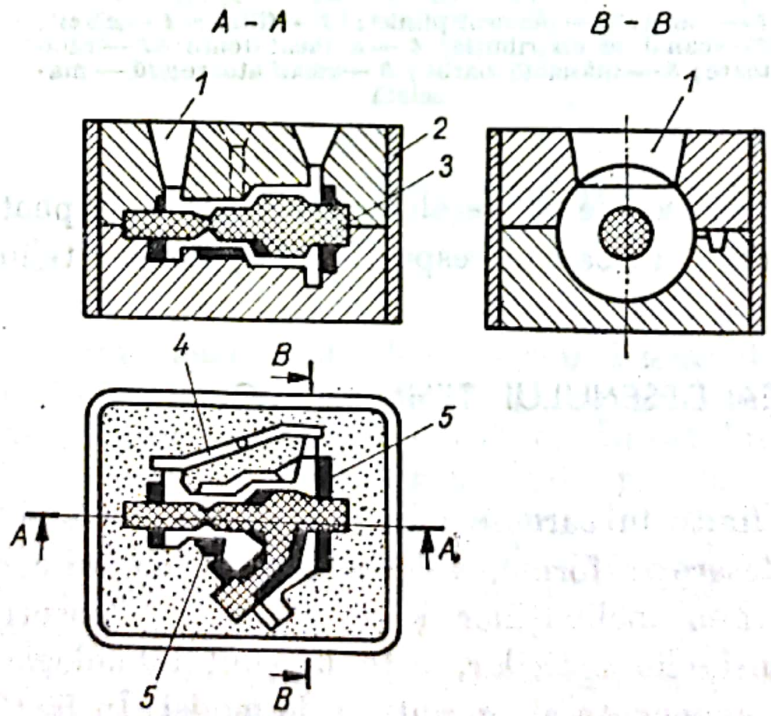


Fig. 2.28. Rețea de turnare a unei piese din aliaj de aluminiu:

1 — cupă; *2* — ramă; *3* — miez; *4* — canal de distribuție; *5* — răcitor.

Scanned with OKEN Scanner

din aluminiu. Datorită marii afinități pe care o are față de oxigen, magneziul se toarnă prin rețele cu canale subțiri, avînd canale colectoare de zgură (fig. 2.29).

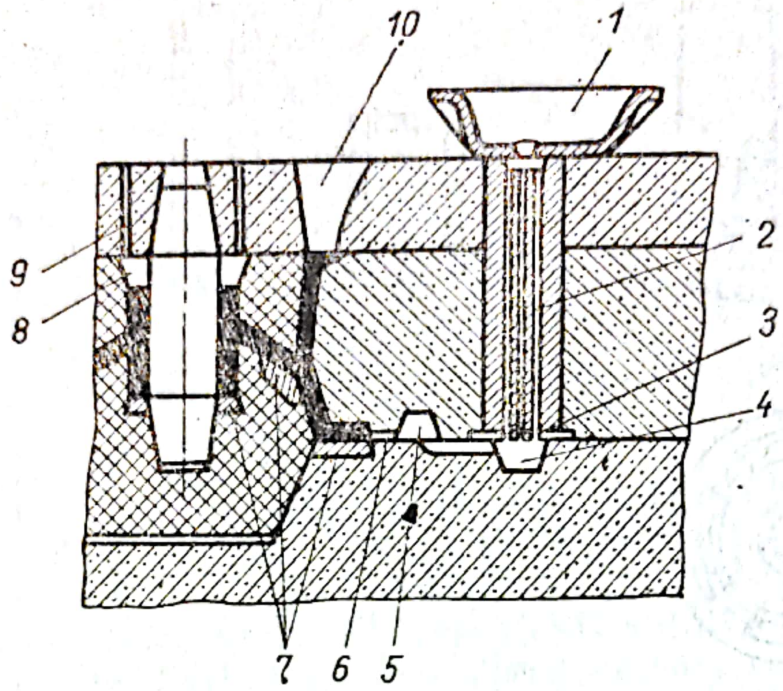


Fig. 2.29. Rețea de turnare în sifon pentru aliaje cu bază de magneziu:
1 — bazin; *2* — piciorul pîlniei; *3* — filtru; *4* — călcîi; *5* — canal de distribuție; *6* — alimentatoare; *7* — răcitoare; *8* — maselotă oarbă; *9* — răsuflătoare; *10* — maselotă.

Prescripțiile de execuție a rețelelor de turnare pentru turnările speciale se detaliază în cadrul respectivelor procedee tehnologice.

1.5. ÎNTOCMIREA DESENULUI TEHNOLOGIC

Desenul piesei finite în care se indică poziția suprafeței de separație, modul de amplasare în formă, valorile adaosurilor de contracție și de prelucrare, mărirea înclinațiilor și eventualele adaosuri tehnologice, forma și dimensiunile mărcilor, este desenul tehnologic de execuție a elementelor componente ale garniturii de model. În fig. 2.30 se exemplifică desenul tehnologic pentru un capac de reductor. Pentru a putea

Scanned with OKEN Scanner

extrage modelul fără deteriorarea formei este necesară completarea piesei prin aplicarea unui adaos tehnologic (*4*). După desenul tehnologic se execută fiecare element din respectiva garnitură de model.

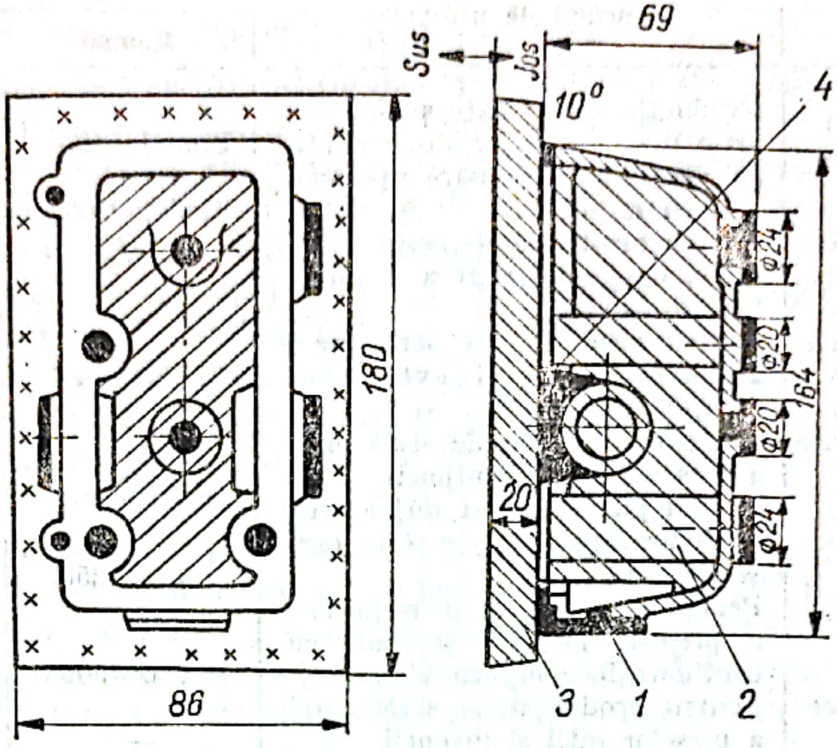


Fig. 2.30. Desenul tehnologic al unui capac de reductor:
1 — adaosuri de prelucrare (se haşurează cn creion roşu); *2* — învelişul (se haşurează cu creion albastru); *3* — marca modelului (se haşurează pe contur cu creion albastru haşuri duble); *4* — adaosuri tehnologice.

2. MATERIALE UTILIZATE LA CONSTRUCŢIA GARNITURILOR DE MODEL

Ca materiale pentru modele şi cutii de miez se utilizează diferite materiale ca: lemnul, metalele (în mod deosebit aluminiul), răşinile sintetice, ipsosul, materialele uşor fuzibile, cimentul etc. În tabelul 2.4 se prezintă domeniile de utilizare a materialelor utilizate pentru construcţia modelelor. Se atrage atenţia asupra datelor înscrise în ultimele două coloane, date hotărîtoare pentru alegerea tipului de material utilizat. Evident, decizia alegerii materialelor este influenţată hotărîtor şi de dimensiunile şi configuraţia pieselor.
La toate aceste considerente trebuie adăugate şi posibilităţile reale din fiecare întreprindere, din fiecare turnătorie, precum şi de timpul afectat pregătirii fabricaţiei.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.4

MATERIALE UTILIZATE LA EXECUTAREA MODELELOR METALICE

Materialul	Domeniul de utilizare	Numărul de forme	
		Manual	Mecanic
Lemn	Producţia de unicate şi de serie mică, de orice dimensiuni	Pînă la 100	Pînă la 2000
Aliaje de aluminiu	Producţia de serie mare a pieselor mici şi mijlocii	Pînă la 5000	Pînă la 75000
Fonte	Pentru producţia de serie mare (plăci de model pentru formare mecanizată)	—	Pînă la 100 000 —125 000
Bronz şi alamă	Pentru producţia de serie mare a pieselor mici şi extrem de complicate	—	100 000— 150 000
Aliaje de plumb	Pentru producţia de serie mică a pieselor mici şi mijlocii	300	2000
Ipsos	Pentru piese mici şi mijlocii cu configuraţie simplă, de serie mică şi mijlocie	100—250	1000—1500
Ciment	Pentru serie mică şi mijlocie a pieselor mijlocii şi mari cu configuraţie complicată	250—500	Pînă la 1000
Răşini sintetice	Pentru producţia de serie mare a pieselor mici şi mijlocii	—	20 000—30 000
Amestecuri uşor fuzibile	Pentru piese greu de obţinut la turnarea în forme pentru producţia de serie mare a pieselor mici şi mijlocii	1	1
Aliaje uşor fuzibile	Pentru producţia de serie mare a pieselor mijlocii cu configuraţie complicată	1	1

3. CONFECŢIONAREA GARNITURII DE MODEL

Procesul confecţionării garniturii de model depinde mult de materialul utilizat. Din acest motiv el se execută în modelării (de lemn, metalice sau speciale). În cadrul acestui subcapitol nu se vor reţine decît noţiunile care se apreciază că interesează pe muncitorul turnător.

Execuţia modelelor sau cutiilor de miez din lemn conţine obligatorii următoarele etape:

— analiza desenului;

— trasarea tuturor detaliilor modelului, cutiei de miez sau şabloanelor la mărime naturală.;

Scanned with OKEN Scanner

— alegerea materialului și stabilirea dimensiunilor semifabricatului;
— prelucrarea semifabricatului, asamblarea modelului și a cutiilor de miez, sau a părților componente ale acestora;
— controlul, recepția și vopsirea lor.

Înainte de introducerea în fabricație a garniturii de model este obligatorie omologarea acestora. Pentru cazurile în care aceasta se execută din mai multe elemente, după garnitura de model se va realiza o piesă turnată căreia i se vor măsura toate detaliile, executînd apoi omologarea pentru serie. Pentru executarea unicatelor sau a pieselor deosebit de complicate și de dimensiuni mari se impune o recepție deosebită a tuturor elementelor garniturii de model, astfel încît să poată fi prevenită orice rebutare de piese turnate. În aceste cazuri, pentru execuția primei piese se solicită o verificare și a formei miezurilor în perioada de asamblare a acestora, înainte de turnare. Omologarea garniturii de model se impune și în acest caz pe prima piesă turnată.

Tot cu ocazia omologării garniturii de model de lemn se vor stabili posibilitățile de reducere a adaosurilor tehnologice, inclusiv a adaosurilor de prelucrare. Totodată se vor căuta soluții de ameliorare tehnologică și de perfecționare a rețelei de turnare, astfel încît să se permită sporirea gradului de utilizare a metalului, fără a se afecta siguranța și calitatea piesei turnate.

La executarea garniturilor de model din metal sînt necesare mai întîi modele de lemn, după care se vor realiza modele metalice. În acest caz, modelul de lemn va cuprinde dubla contracție (suma contracției aliajului pentru model cu suma contracției aliajului pentru piesa turnată). și modelele de lemn pentru execuția modelelor metalice se verifică amănunțit după prelucrare.

Montarea pe placa-model a modelelor este o operație deosebit de dificilă. Sînt mai multe soluții de lucru, însă cea mai comodă și sigură fixare a semimodelelor se asigură în cazul plăcilor-model cu două părți active (fig. 2.31). Principalele dezavantaje ale acestui tip de placă-model sînt acelea legate de lipsa unei suprafețe drepte plane pentru depozitare și de aceea sînt posibile deteriorări. În plus, la formarea mecanizată nu se poate organiza o producție în flux, fiind necesară introducerea acesteia pe mașina de formare, după ce s-a executat o semiformă și s-a asigurat stocul respectiv. Este evident că în această situație nu se poate asigura turnarea pe conveierul de turnare. La formarea manuală există posibilitatea ca în timpul manipulării plăcii-model să se deterioreze atît în timpul îndesării amestecului (pe partea inferioară), cît și cu ocazia extragerii acesteia.

Un alt model de placă — model întîlnit în turnătorii — este și placa-model monolit, cu modelele pe o singură parte sau pe ambele părți. Placa se

toarnă împreună cu modelele, fapt ce determină o dependență strictă de modul de execuție a formei de turnare a lor. Totuși, cea mai rațională și utilizată soluție este placa-model cu coordonate, avînd mode-

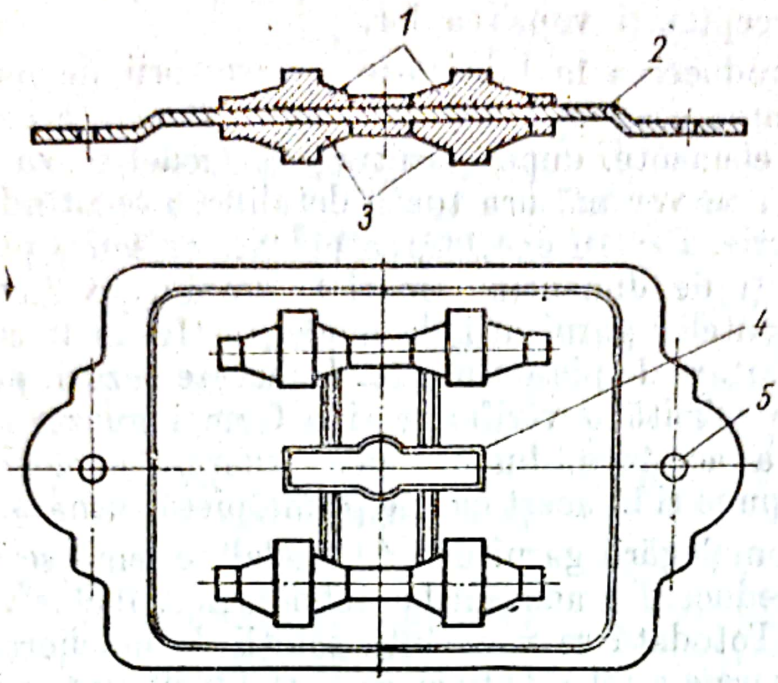


Fig. 2.31. Placa-model cu două părți:
1 — semimodelele superioare; *2* — semimodelele inferioare; *3* — model; *4* — rețea de turnare; *5* — bucșă de ghidare.

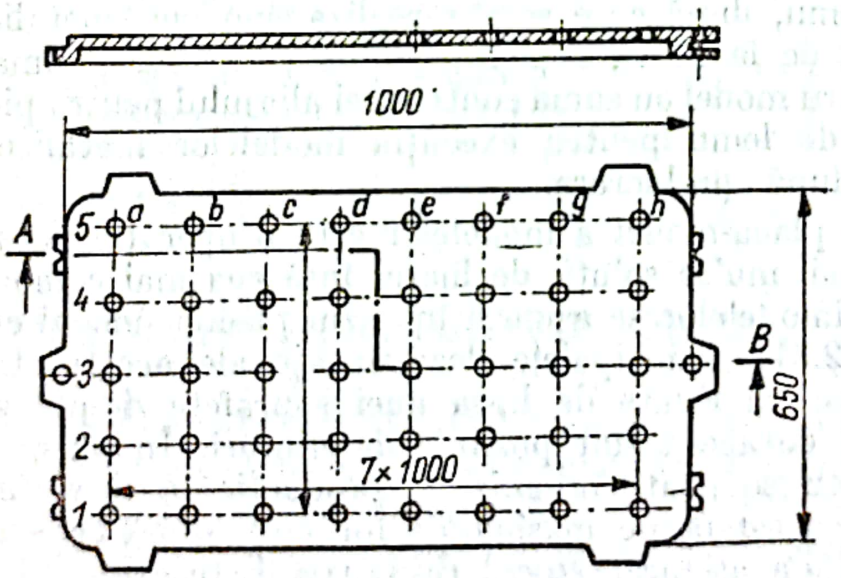


Fig. 2.32. Placă-model cu coordonate.

lele doar pe o singură parte (fig. 2.32). Acest tip de placă ușurează prinderea modelelor, asigură o precizie mare de montare (semimodelele se găuresc simultan, iar prinderea cu nituri de montare se realizează pe aceleași coordonate ale plăcii în raport cu axele de simetrie ale buc-

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

șelor de asamblare). În plus cu, o asemenea placă se economisește timp la montare și se asigură eliberarea plăcilor după realizarea unor piese în cantități mai mici, fără să fie în discuție returnarea și prelucrarea plăcii-model.
Confecționarea modelelor din ipsos și din ciment nu ridică probleme deosebite, dar nici nu prezintă importanță tehnică actuală. Materialele plastice se utilizează tot mai mult ca modele pentru turnătorie. Modelele din materiale plastice se execută prin injecție, prin prelucrări mecanice sau prin expandare.

4. VOPSIREA MODELELOR ȘI CUTIILOR DE MIEZ

Această operație este necesară din următoarele considerente:
— pentru a proteja modelul contra umidității din atmosferă (atît la modelele din lemn, cît și la modelele din fontă);
— pentru a crea modelului suprafețe netede;
— pentru marcarea modelelor și a anumitor părți de model cu o culoare convențională (tabelul 2.5).

Tabelul 2.5

CULORI CONVENȚIONALE PENTRU MODELE

Destinația	Culoarea de vopsire		
	Pentru fontă	Pentru oțel	Pentru aliaje neferoase
Suprafețele modelelor și cutiilor de miez	Roșie	Albastră	Galbenă
Întăriturl la modelele care sînt astupate după formare	Haşuri negre pe roşu	Haşuri negre pe albastru	Haşuri negre pe galben
Mărci	Negru	Negru	Negru
Suprafețele de asamblare a părților de model, inclusiv a maselor sau cutiilor de miez	Verde	Verde	Verde

Suprafețele de lucru ale modelului sau cutiei de miez se șlefuiesc manual sau la mașina de șlefuit, pentru a deveni cît mai netede. După aceasta începe adevăratul proces de vopsire care constă în:
— grunduire;
— chituire;
— vopsirea propriu-zisă.

Grunduirea este operația de acoperire preliminară cu grund. Rolul acesteia este de a astupa porii lemnului și de a constitui un strat izolator care să împiedice pătrunderea apei și a vopselei, realizînd implicit o economie de vopsea.
Chituirea se face pentru a repara anumite defecte superficiale (crăpături, porozități etc.), precum și a netezi suprafețele de lucru. Pentru a putea chitui este obligatorie uscarea grundului. Rezultate bune se obțin cu un chit: 15% lac, 4% terebentină, 12% ulei sicativ, 1% apă, 54% cretă măcinată, 6% ocru pulbere, 4% alb de zinc și 4% miniu de fier măcinat. Deoarece acest chit se întărește greu (circa 18—20 h pentru uscare la 18—20°C), un chit care se întărește mult mai repede (2—3 h), dar care este mult mai puțin rezistent, are compoziția: 11% clei de tîmplărie, 7% lac, 4% ulei vegetal fiert, 11% apă și 67% cretă măcinată. Chitul se aplică în straturi subțiri; fiecare strat nou se aplică peste un strat noi de clei uscat. După uscarea ultimului strat acesta se șlefuiește și se îndepărtează praful rezultat.
Vopsirea este operația finală din modelărie. Operația de vopsire se realizează în camere speciale.

5. INSCRIPȚIONAREA MODELELOR

După controlul fazic, operația absolut necesară în modelării, deoarece este știut faptul că 25—30% din defectele pieselor turnate provin din abaterile dimensionale ale modelelor, urmează inscripționarea.
Inscripționarea, deși o operație simplă, joacă un mare rol în exploatarea garniturii de model, în atelierele de turnătorie și chiar în funcționarea secțiilor de curățitorie și depozitelor intermediare de piese turnate. Toate componentele garniturii de model poartă numărul reperului respectiv (exemplu: Reper 23-04-936 sau Reper 27-06-937, Reper 25-01-964, Reper 11-04-970 etc.). În plus, pe cutiile de miez, trebuie să se noteze și numărul miezului în ordinea montării în formă (exemplu: 23-04-936/I). Șabloanele se numerotează în ordinea fabricării lor. Tipul de inscripționare depinde de materialul de execuție a garniturii de model, de mărimea și numărul pieselor turnate. Modelele din lemn pentru turnarea de piese unicate sau de serie foarte mică se inscripționează cu vopsirea, de preferință respectîndu-se regulile menționate. Modelele din metal se poansonează. Modelele pentru turnarea pieselor în serie mare se inscripționează prin aplicarea unor plăcuțe din alamă sau din aluminiu, imprimate în prealabil. Plăcuțele se fixează pe suprafețele care nu se prelucrează și se găsesc în partea inferioară a formei. Acest sistem de inscripționare permite obținerea de piese turnate cu numărul reperului aplicat.

Scanned with OKEN Scanner

După inscripționare, garniturile de model se controlează final. Cu această ocazie se verifică dimensiunile finale ale modelului, calitatea suprafețelor de lucru, montarea subansamblurilor. Dacă se constată anumite defecte reparabile, se recurge la remedierea lor , iar dacă sînt nerecuperabile se rebutează modelul. Numai garniturile de model absolut corecte sînt livrate în depozitul turnătoriei.

6. DEPOZITAREA GARNITURILOR DE MODEL

Garniturile de model, cu documentația existentă, controlate și ștampilate de C.T.C., se transmit la magazie. Magazia de modele trebuie să fie instalată foarte aproape de atelierul de formare, iar pentru secțiile noi, chiar în continuarea cestora. Ea se execută din materiale neinflamabile și bune izolator termic (cărămidă și beton, în nici un caz din lemn), nu mai mari de 3—5 etaje. Pentru a se menține temperaturile de 16—20°C, în magazie se asigură o circulație a aerului (ventilatoare), iar iarna funcționează și radiatoarele cu apă caldă sau abur.

Pentru manevrarea modelelor grele se utilizează instalații de ridicat amplasate în magazii (eventual se vor prevedea și instalații de ridicat transportabile pe penuri). Se pot amplasa și instalații automate de depozitare.

Modelele se împart pe secții, în funcție de aliajul din care se toarnă piesele. În fiecare încăpere se construiesc stelaje din lemn care se numerotează de la 1. În partea superioară se depozitează modelele mici, iar jos modelele mari.

La magazia de modele evidența se ține după sistemul fișelor de subproduse. În fișe se înscriu: denumirea piesei, numărul reperului și al desenului, componența garniturii de model, numărul stelajului în care se află depozitată garnitura, date despre confecționare, mișcarea modelelor din secție în magazie și invers.

În încăperea fișelor trebuie să fie depozitate și desenele tehnologice și de execuție a modelelor, ele însoțind modelele respective.

Pentru a nu se mări prea mult magazia, este bine ca anual să se analizeze mișcarea modelelor și necesarul de piese turnate. Numai în cazuri deosebite se mențin modele care nu au avut mișcare timp de cinci ani.

7. EXPLOATAREA ȘI REPARAREA GARNITURILOR DE MODEL

Numărul de forme sau de miezuri care se obțin cu diferitele elemente ale garniturilor de model, indiferent de materialul din care se execută este în funcție de felul cum se exploatează.

Scanned with OKEN Scanner

Garniturile sau elementele de garnituri de model executate din lemn impun o grijă deosebită în timpul utilizării în atelierele de turnătorie. În cazul în care modelele nu se întorc zilnic în magazie, se va avea în vedere protejarea acestora contra loviturilor sau a izbiturilor în turnătorii. Aceste modele se vor menține cît mai puțin posibil în formă; în nici un caz nu se vor lăsa peste schimburi, fără să se lucreze cu ele. Modelele din lemn se vor depozita departe de cuptoare sau de locul de turnare, iar după fiecare formare se șterg cu o perie moale. La extragere, nu se vor izbi direct modelele, mai ales ținîndu-se seama de locurile mai puțin rezistente. Modelele mari trebuie să se prevadă cu cîrlige fixe pentru extragere, ele fiind locurile și pentru lovirile în vederea extragerii.

Garniturile de model care se întorc la magazia de modele se controlează obligatoriu. Modelele din lemn se controlează amănunțit după fiecare utilizare, operație strict obligatorie la modelele mari. Eventualele lovituri se repară cu chit și se revopsesc, iar părțile lipsă se completează. Modelele deformate, în cazul în care permit, se repară, iar cînd nu este posibil, se scot din activitate.

Existența unui atelier pentru reparația și controlul modelelor pe lîngă magazia de modele este o necesitate de care s-au convins multe uzine.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul III

FORMAREA ŞI MIEZUIREA

Formarea cuprinde totalitatea operaţiilor necesare executării unei forme, iar miezuirea, operaţiile de executare a unui miez. Formarea şi miezuirea sînt suboperaţii care determină peste 45% din rebutul de piese turnate şi peste 60% din manopera totală. Avînd în vedere marea diversitate de piese turnate, din punctul de vedere al configuraţiei şi dimensiunilor, multiplelor tipuri de aliaje, dotarea tehnică a sectoarelor de formare şi multitudinea de materiale de formare, dar mai ales din punctul de vedere al mărimii seriei, există mai multe soluţii tehnologice de formare a unei piese. Pentru fabricarea pieselor de bună calitate tehnologul turnător trebuie să aleagă cea mai raţională soluţie din punctul de vedere economic, tehnic şi al siguranţei fabricaţiei. Formarea şi miezuirea se pot efectua atît manual cît şi mecanizat. Ţinînd seama de multele variante existente, de scopul prezentei lucrări, se vor reţine numai aspectele considerate caracteristice. Ponderea importantă a datelor şi consideraţiilor tehnologice ce o vor avea tehnologiile, mai ales pentru variantele mai recent perfecţionate, considerîndu-se că variantele vechi sînt mai bine stăpînite şi cunoscute.

1. EXECUTAREA MANUALĂ A FORMELOR ŞI MIEZURILOR

Formarea manuală se aplică, de obicei, în cazul pieselor unicate sau în serie mică, atunci cînd nu se justifică o mecanizare a formării. Similar se pun problemele şi pentru miezuire. Prin aceste procedee se realizează piese unicate şi de serie mică, piese de schimb. Formarea manuală se execută în rame de formare sau în solul turnătoriei. Miezuirea manuală se execută în cutii de miez din lemn sau din metal.

Scanned with OKEN Scanner

Precizia dimensională a pieselor turnate depinde de modul de execuție al cavității formei, iar calitatea suprafețelor pieselor turnate de suprafețele formelor. Din această dependență directă rezultă necesitatea asigurării unei formări de calitate. Cea mai importantă operație la formare și miezuire rămîne îndesarea.

Formele se pot clasifica după mai multe criterii. Dintre acestea, cel mai rațional rămîne criteriul numărului de piese care se pot executa. Conform acestuia, formele se împart în: *temporare* (o singură piesă); *semipermanente* (mai multe piese, dar cu reparații după fiecare turnare); *permanente* (mai multe piese fără reparații după fiecare turnare).

Formarea se clasifică și după procedeele de executare a formelor temporare, în:

— formare cu două rame;
— formare cu mai multe rame;
— formare într-o singură ramă;
— formare cu suprafața de separație falsă;
— formare cu modele cu porți demontabile;
— formare în rame demontabile;
— formare în solul turnătoriei;
— formare cu șablonul;
— formare cu modele-schelet;
— formare în ciorchine;
— formare în miezuri;
— formare în forme-cojii;
— formare cu modele ușor fuzibile.

Cu excepția ultimelor două tipuri de procedee de formare, la toate celelalte se impun preocupări deosebite în privința îndesării și aerisirii formelor. Tot ca aspecte generale se consideră necesare precizările legate de ramele de formare. Pentru obținerea unor precizii mari ale pieselor turnate, a unui consum rațional de amestec de formare este necesară o optimizare a formei și dimensiunilor ramelor de formare. Pe baza STAS 2890-69 în R. S. Romania s-au tipizat ramele de formare. În fig. 3.1 sînt expuse ramele de formare cu elementele de asamblare. Ramele cu nervuri, construite mai ales pentru piesele mari, asigură stabilitatea mai sigură a amestecului de formare pe timpul manipulării. Distanța minimă dintre nervuri și modele este de 50 mm; la valori mai mici se influențează permeabilitatea formelor și contracția liberă a pieselor.

Ramele demontabile au o muchie după care se pot desface, iar opus ei una de fixare în timpul formării. Aceste rame au conicități mari, ceea ce permite o ușoară scoatere după formare și asamblare, putînd fi folosite în alte formări, înainte de turnarea pieselor. Aceasta constituie avantajul pe care-l prezintă ramele de formare demontabile, în procesul

Scanned with OKEN Scanner

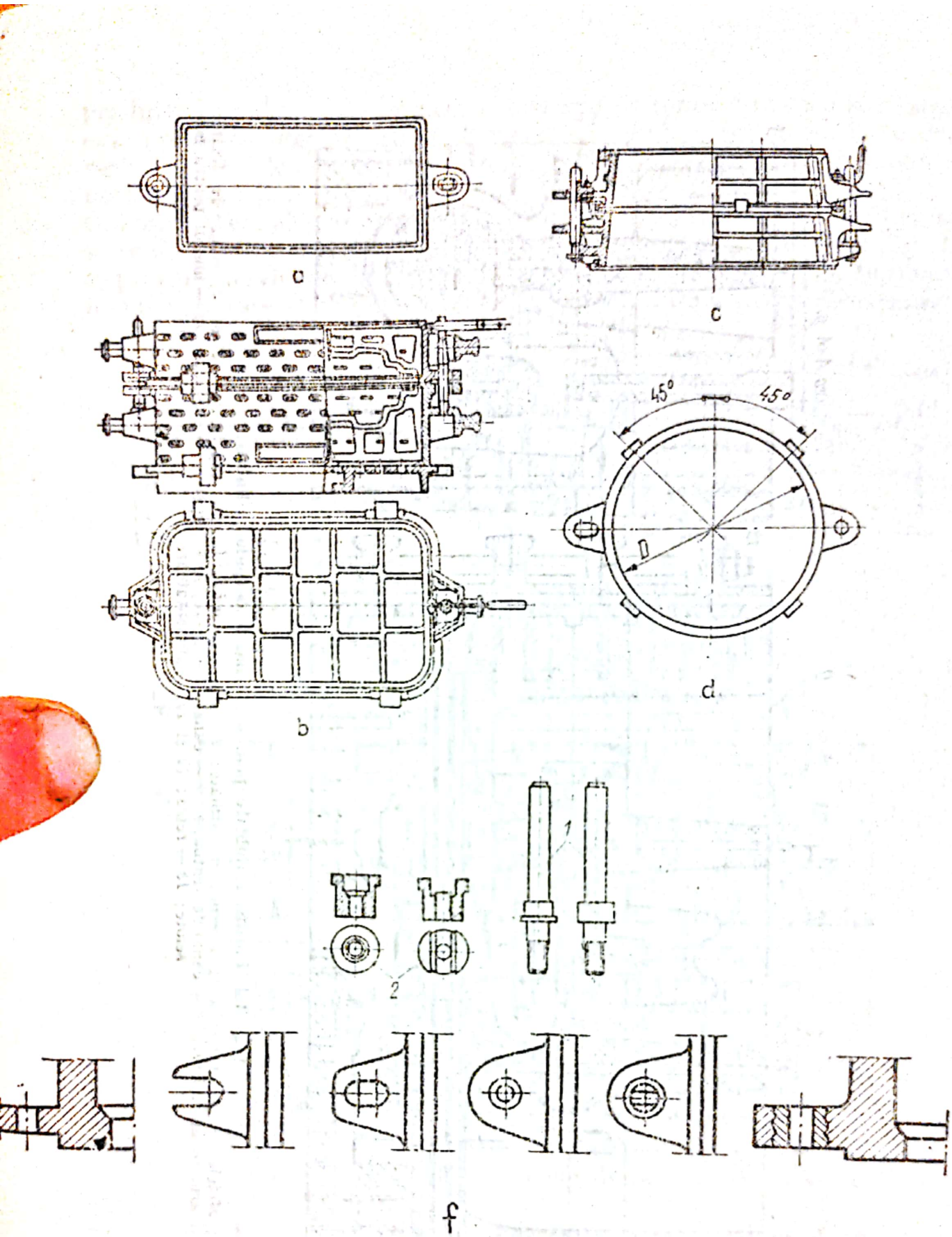


Fig. 3.1. Rame de formare cu elementele lor de asamblare:
a — ramă de formare simplă; *b* — ramă de formare cu nervuri; *c* — ramă demontabilă; *d* — ramă de formare circulară; *e* — elemente de asamblare; *f* — urechi de asamblare; *1* — tije de ghidare; *2* — bucşe de ghidare.

Scanned with OKEN Scanner

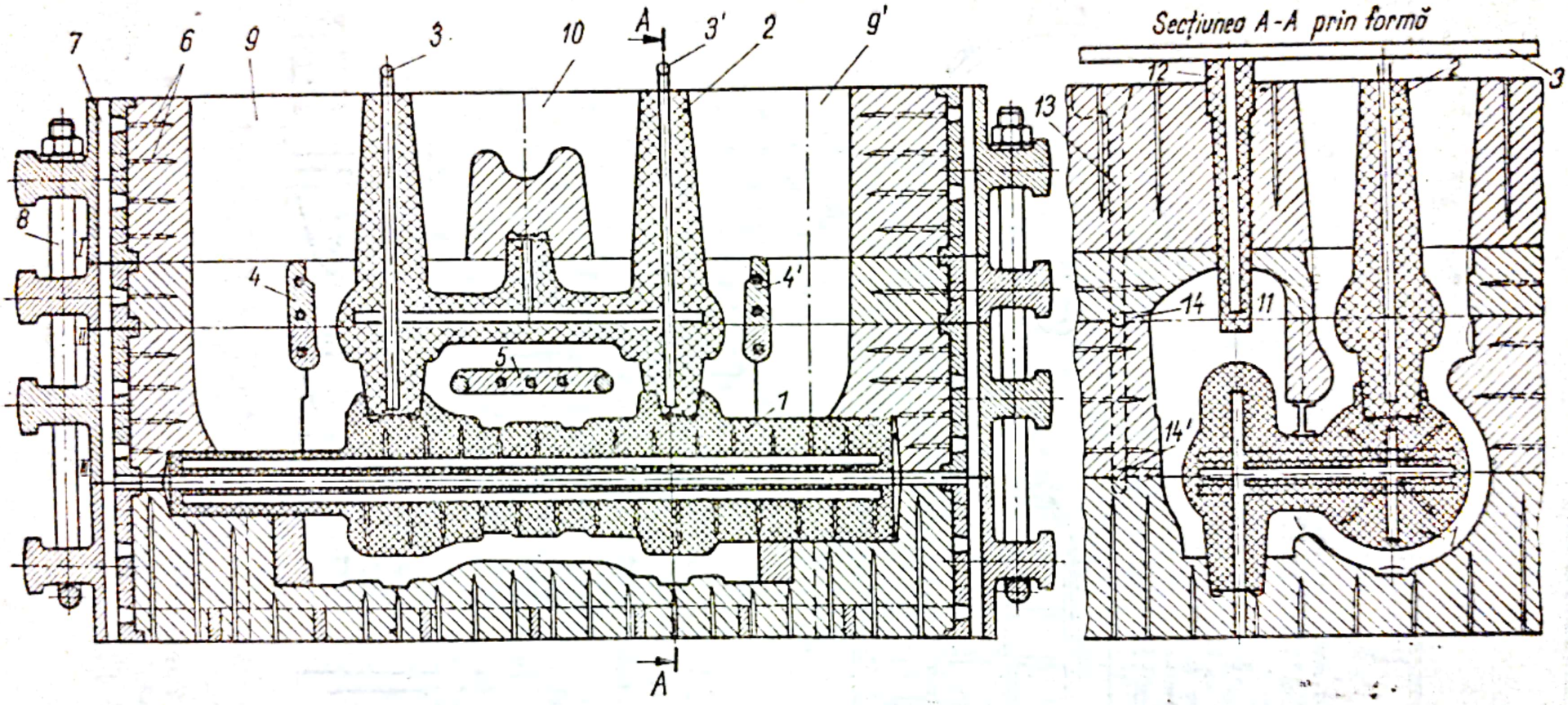


Fig. 3.2. Forme asamblate pentru turnarea corpului cilindru:

I, II, III — suprafețele de separație; *1* și *2* — miezuri armate; *2* — miez fixat la partea superioară; *3* și *3₁* — tije de fixare; *4, 4₁* și *5* — părți armate ale formei; *6* — canal de ventilație; *7* — canal; *8* — bride; *9, 9₁, 10* și *11* — maselote; *12* — miezul pentru maselote; *13* — rețea; *14* și *14₁* — alimentatoare).

Scanned with OKEN Scanner

producției fiind necesar un număr mai mic de rame. Se ridică și în acest caz problema exploatării judicioase, circulației rationale în cadrul secției (fără lovituri, trîntituri etc.) depozitării corespunzătoare și controlului tehnic riguros.

Operațiile tehnologice, succesiunea lor, se consideră că nu este necesar să se descrie, deoarece se consideră cunoscute. Spre elucidare, în fig. 3.2 se prezintă o tehnologie de formare a unei piese mai complexe. Formarea în miezuri este exemplificată în fig. 3.3 iar formarea semipermanentă

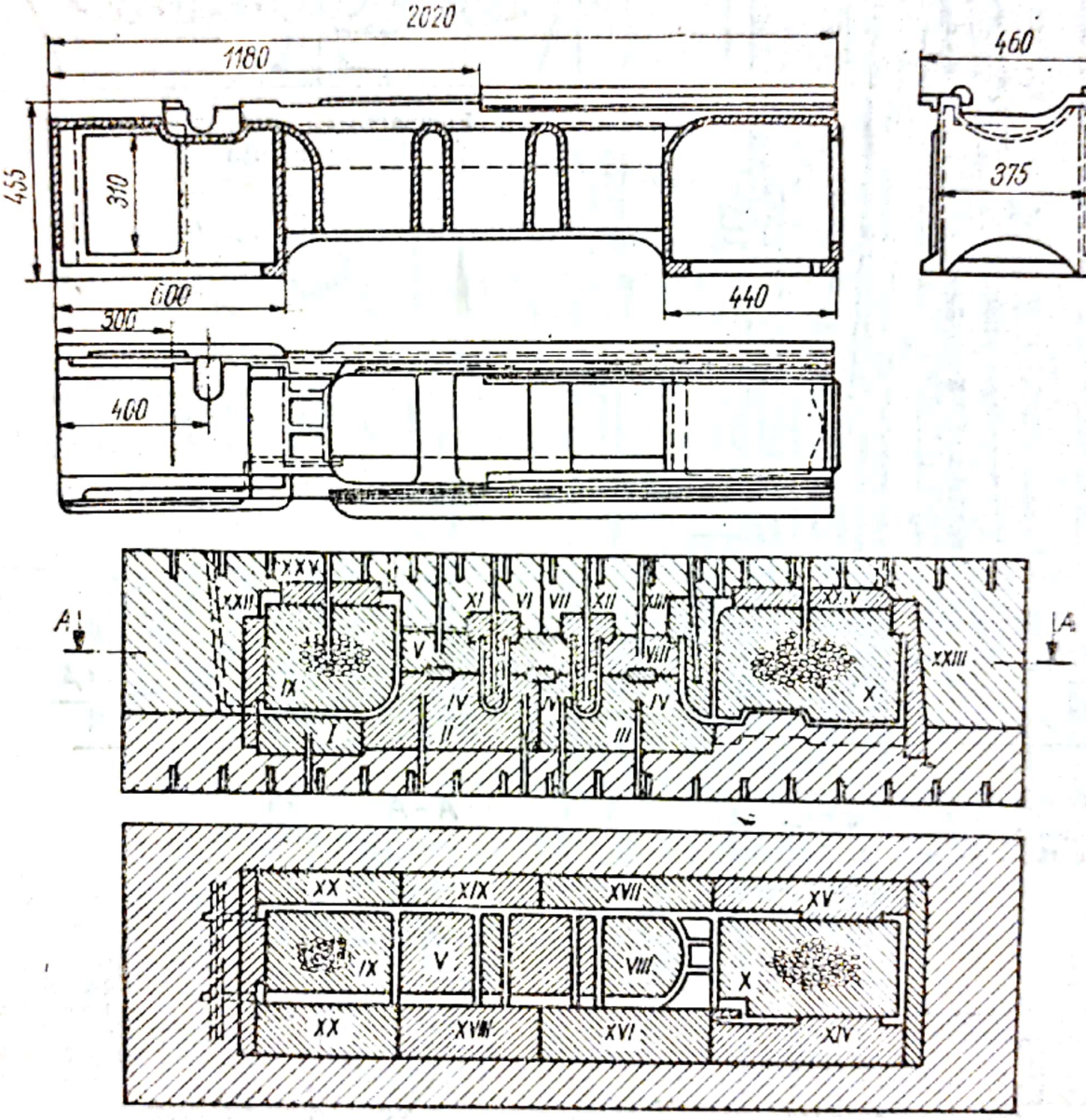


Fig. 3.3. Formă din miezuri.

în fig. 3.4. Formarea în mai multe rame este exemplificată în fig. 3.5. În același scop se prezintă formele asamblate din fig. 3.6 și fig. 3.7. Forma în solul turnătoriei a cupei conului mare pentru un furnal de 1500 m³

Scanned with OKEN Scanner

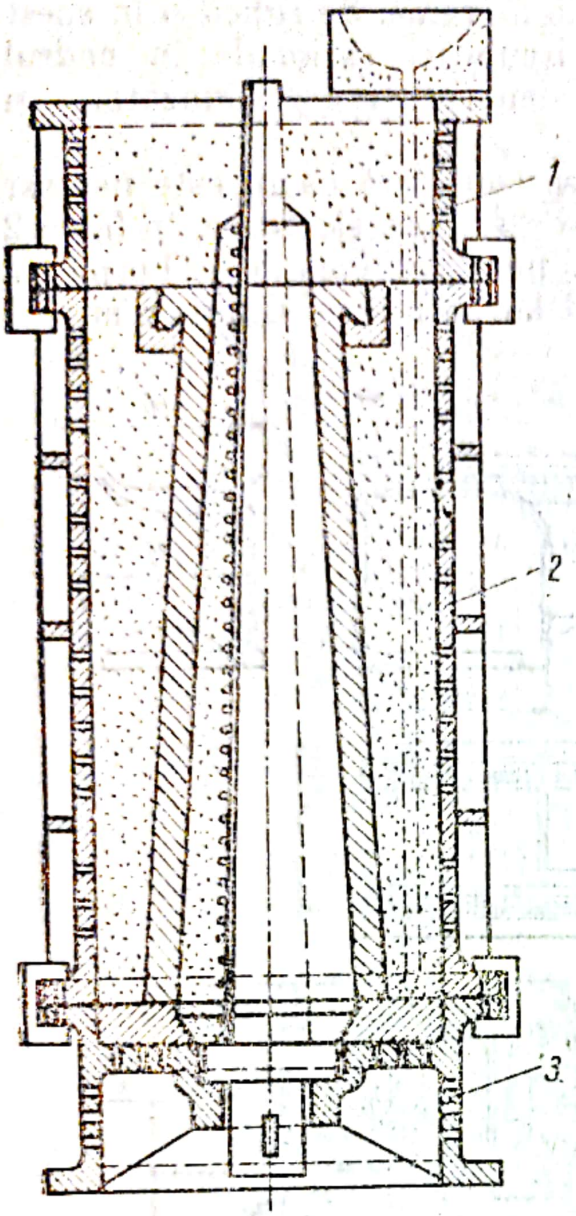


Fig. 3.4. Formă semipermanentă:
1 — placă superioară; *2* — placă inferioară; *3* — ramă de formare.

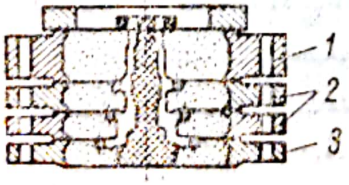


Fig. 3.5. Formarea cu mai multe rame:
1 — formă superioară;
2 — formă intermediară;
3 — formă inferioară.

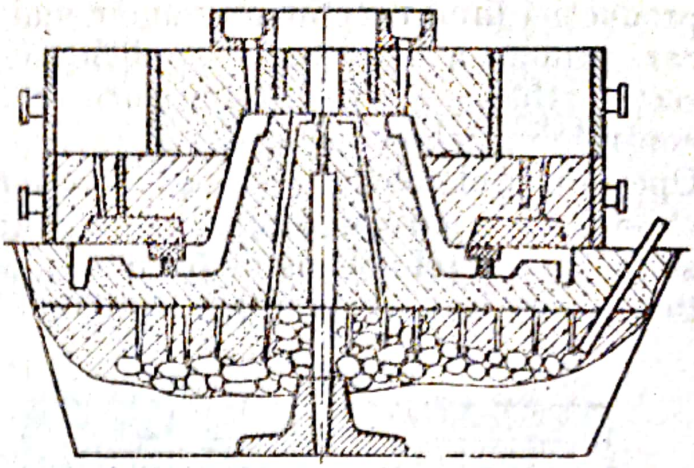
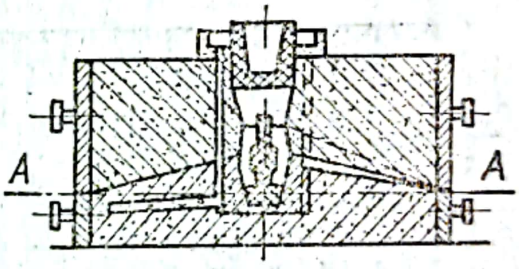


Fig. 3.6. Formarea cu șablonul a unui inel de rezistență.



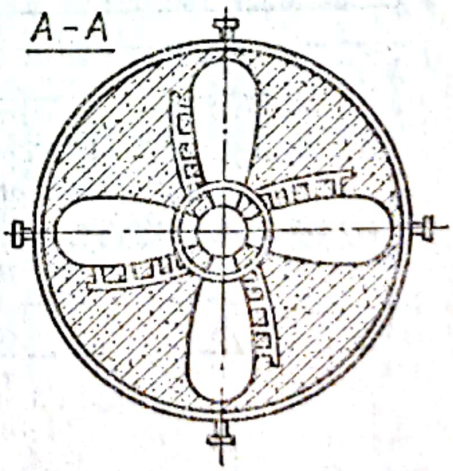


Fig. 3.7. Forma unei elice de navă, cu o pală, care se toarnă din alamă specială.

Scanned with OKEN Scanner

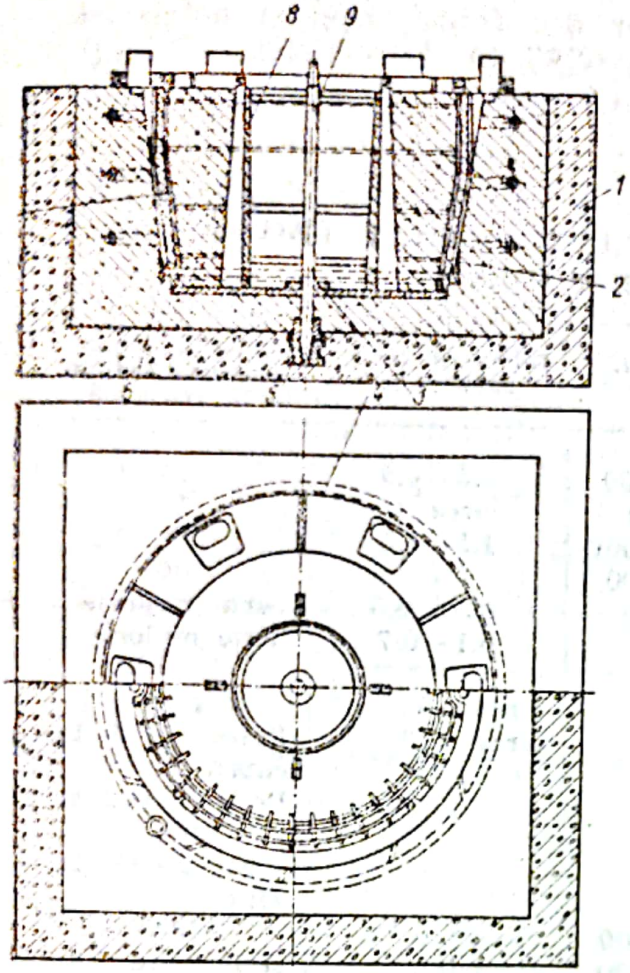


Fig. 3.8. Formă pentru turnarea cupei conului mare al furnalului.

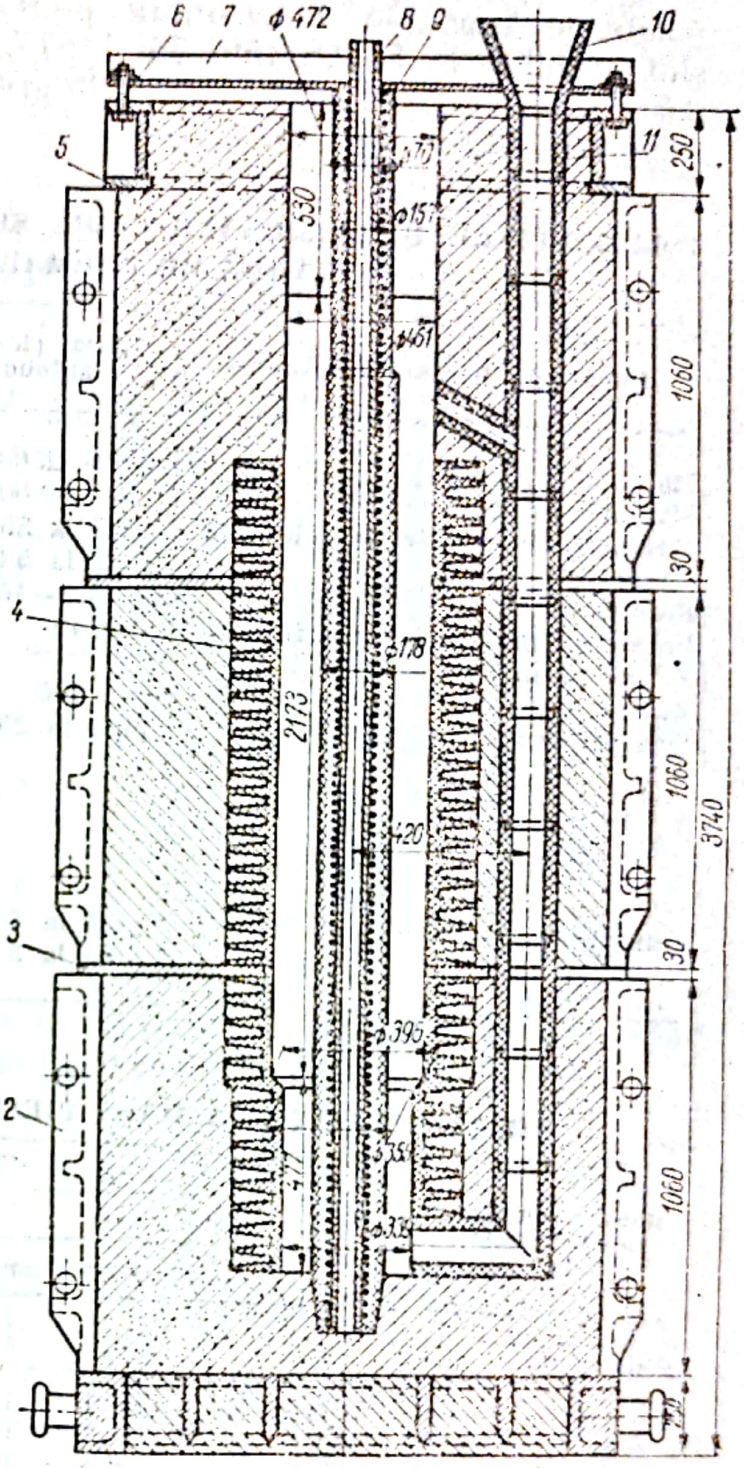


Fig. 3.9. Formă temporară pentru turnarea arborelui piuliță:

1 — formă inferioară; *2* — forme intermediare; *3* — plăci de suprafață; *4* — cărămizi inelare speciale; *5* — formă inferioară; *6* — șuruburi; *7* — cornier de fixare; *8* — țeavă de oțel; *9* — marca miezului; *10* — pîlnia de turnare; *11* — piciorul pîlniei.

este prezentată în fig. 3.8. O formă temporară pentru turnarea arborelui piuliță pentru laminor este detaliată în fig. 3.9.

La formarea manuală, ca de altfel la formarea mecanizată, se pune cu tot mai mare acuitate problema preciziei dimensionale. În conformitate cu datele existente în tabelul 3.1 se redau centralizat, toleranțele admisibile care se pot realiza prin diferite metode de formare și turnare.

Scanned with OKEN Scanner

Abaterile limită la dimensiunile pieselor din fontă, oțel și neferoase sînt stabilite în STAS 1592-74 și STAS 6287-80. În tabelele 3.2, 3.3, 3.4 și 3.5 se redau abaterile limită în greutatea pieselor turnate în cadrul celor trei clase de precizie.

Tabelul 3.1

TOLERANȚELLE DIMENSIONALE CARE SE POT REALIZA PRIN DIFERITE METODE DE FORMARE ȘI TURNARE

Metode de formare și turnare	Masa piesei, kg/buc	Toleranțe realizabile, %	Numărul minim de piese ca metoda să fie rentabilă
Manuală cu model	0,02—250 000	1,5—4,5	1
Manuală cu șablon	10—200 000	circa 3	1
Manuală, cu modele de polistiren	pînă la 35 000	1,5—4,5	1
Mecanizată	pînă la 5 000	1	100
Forme-coji	0,2—150	circa 0,5	Serie mijlocie
Forme cu modele ușor fuzibile	sub 40	0,1—0,7	Serie mijlocie
Forme permanente metalice			1 000
statice	sub 100	circa 0,5	Peste 5 000 la cupru
Sub presiune	pînă la 25	circa 0,33	Peste 20 000 la aluminiu
			Peste 20 000 la Zinc
Centrifugă	pînă la 5 000	circa 0,5	5 000
Continuă	pînă la 3 000	circa 0,5	serie mare

Tabelul 3.2

ABATERI LIMITĂ LA MASA PIESELOR TURNATE DIN FONTĂ

Masa normală a piesei turnate kg	Clasa de precizie				
	I	II	III	IV	V
	Abateri limită superioară la masă, %				
Pînă la 1	4,5	4,0	6,5	7,5	9,5
1—10	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0
10— 50	3,5	4,0	5,0	7,0	9,0
50—100	3,5	4,0	4,5	6,0	8,0
100—500		3,5	4,0	6,0	7,0
500—1000			3,0	5,0	6,0
Peste 1000			3,0	4,0	5,0

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.3

ABATERI LIMITĂ LA MASA PIESELOR TURNATE DIN OȚELURI

Masa normală a pieselor turnate kg	Clasa de precizie				
	I	II	III	IV	V
	Abateri limită la greutate, %				
Pînă la 1	4,5	5,5	6,5	7,5	9,5
1—10	4,5	5,0	6,0	7,0	9,0
10—50	4,0	5,0	5,0	7,0	9,0
50—100	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0
100—500		4,0	5,0	6,0	7,0
500—1000			3,0	5,0	6,0
Peste 1000			3,0	4,0	5,0

Tabelul 3.4

ABATERI LIMITĂ LA MASA PIESELOR TURNATE DIN METALE ȘI ALIAJE NEFEROASE UȘOARE

Masa normală a pieselor turnate kg	Clasa de precizie		
	I	II	III
	Abateri limită la masă, %		
	+	+	+
Pînă la 1	2	4	8
1—10	1,5	3	6
10—50	1	2	4
50—100	—	1,5	3
100—500	—	1	2,5
Peste 500	—	—	2

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.5

ABATERI LIMITĂ LA MASA PIESELOR TURNATE DIN METALE ŞI ALIAJE NEFEROASE GRELE

Masa normală a pieselor turnate kg	Clasa de precizie		
	I	II	III
	Abateri limită la masă, %		
	+	+	+
Pînă la 1	4	6	9
1—5	3	5	8
5—10	3	4	7
10—25	2	3	6
25—50	2	3	5
Peste 50	1	2	4

În cazul pieselor turnate, abaterile efective pot depinde de:
— tehnologia de execuţie a formelor;
— dimensiunea nominală a pieselor turnate;
— precizia utilajelor folosite;
— condiţiile de solidificare şi răcire ale aliajelor, precum şi de natura aliajului, inclusiv tipul amestecului de formare; alţi factori (toleranţele garniturii de model, precizia pieselor turnarte, complexitatea piesei, mărimea seriei pieselor turnate, calificarea personalului).
Se precizează că schimbarea tipului de formare rezolvă de cele mai multe ori încadrarea în preciziile dimensionale reduse ale pieselor turnate. Astfel, formarea manuală cu şabloane asigură cele mai mici precizii dimensionale şi de aceea se poate înlocui cu alte variante de formare. Similar, formarea manuală este mai puţin precisă ca formarea mecanizată.
Netezimea suprafaţei pieselor turnate depinde de:
— temperatura şi tipul aliajului de turnare (tensiunea superficială a aliajului);
— porozitatea formei;
— calitatea materialului formei (conductibilitatea formei, capacitatea amestecului de formare de a reacţiona cu oxizii metalului);
— tehnologiile de curăţire a pieselor, după dezbaterea acestora din forme.

Scanned with OKEN Scanner

Cu privire la executarea manuală a miezurilor, ținînd seama că miezurile sînt înconjurate din toate părțile de aliaj lichid, deci sînt necesare permeabilități, refractarități și rezistențe mecanice deosebite, permeabilități maxime pentru a preveni apariția de crăpături, se rezolvă următoarele:

— trebuie să asigure evacuarea ușoară a gazelor în timpul turnării;
— trebuie să aibă refractarități deosebite;
— trebuie să asigure rezistențele mecanice impuse de jetul de metal de la umplerea formelor;
— trebuie să fie suficient de compresibile, pentru a permite ușoara contracție a metalului în cursul răcirii în formă.

Asamblarea formelor executate manual trebuie să se realizeze astfel încît să permită:

— închiderea ghidată a formelor;
— verificarea poziției miezurilor;
— asigurarea comunicării canalului central de aerisire a miezului cu atmosfera;
— asigurarea contra pătrunderii aliajului lichid în jocurile din mărci;
— asigurarea miezurilor contra deplasărilor care să însemne modificări ale formei și dimensiunilor pieselor turnate.

Formele-coji și miezurile-coji se obțin:

— cu lianți pe bază de rășini termoreactive;
— cu lianți organici clasici (în general se obțin totuși cu ajutorul mașinilor de format prin suflare);
— cu sticlă solubilă și întărire chimică cu bioxid de carbon;
— cu modele ușor fuzibile;
— cu modele de polistiren.

Avînd în vedere particularitățile tehnologice ale fiecărei metode de execuție a formei-coajă, există foarte multe detalii tehnologice specifice; de aceea, pentru astfel de procedee se recomandă indicațiile menționate la sfîrșitul prezentului îndrumător.

2. EXECUTAREA MECANIZATĂ A FORMELOR ȘI MIEZURILOR

Operația care necesită volumul cel mai mare de muncă în turnătorii este îndesarea amestecului de formare. Pentru micșorarea efortului fizic, creșterea productivității muncii, îmbunătățirea calității pieselor turnate, micșorarea consumului de aliaj lichid turnat, s-a trecut la mecanizarea operației de formare. În acest scop s-au construit diferite

Scanned with OKEN Scanner

tipuri de mașini de formare, acționate pneumatic, hidraulic, electric, cu diferite sisteme de extragere a modelului din formă.
După modul de îndesare, mașinile de format se clasifică astfel:
— prin scuturare;
— prin presare;
— prin scuturare-presare;
— prin aruncare;
— prin suflare.
După modul de punere în funcțiune, mașinile sînt:
— manuale;
— mecanice (pneumatice, hidraulice și electrice).
După gradul de automatizare, mașinile de formare se clasifică în:
— cu comandă individuală;
— cu comandă semiautomată;
— cu comandă automată.
După modul de extragere din formă a modelului, mașinile pentru formarea mecanizată se clasifică în:
— mașini cu ridicarea formei (folosite în special pentru semiforme superioare);
— mașini cu ridicarea plăcii-model (folosite în special pentru semiforme inferioare).
În general, mașinile de format lucrează grupate cîte două (una pentru semiforma superioară și alta pentru semiforma inferioară).
Productivitatea mașinilor de formare variază destul de mult (valorile mici se întîlnesc pentru piesele mari, iar valorile mari pentru piesele mici). Realizarea unor producții specifice orare mărite, în afara restricțiilor tehnologice este determinată de extinderea mecanizării și chiar automatizării acestora. Este evident că producții specifice totale mari se realizează cu acele mașini la care gradul de ocupare în timp este mai mare, adică timpii auxiliari sînt minimi (opririle de orice fel fiind reduse și mai ales acelea impuse de schimbarea sortimentului pieselor).
Se evidențiază faptul că executarea formelor cu ajutorul mașinilor contribuie în mare măsură la creșterea preciziei dimensionale (chiar și numai mecanizarea extragerii modelului ar contribui sensibil la evitarea abaterilor dimensionale la executarea cavității formelor și la asamblarea acestora).

Mașini de formare prin scuturare. Aceste mașini realizează îndesarea amestecului de formare prin efectul de scuturare a masei mașinii, care este ridicată printr-un sistem oarecare la o anumită înălțime și lăsată să cadă împreună cu rama de formare și placa-model. Lovindu-se de batiul mașinii se creează un șoc, care îndeasă amestecul în ramă. La aceste mașini se acționează pneumatic, deoarece prezintă o mare siguranță și o ușoară întreținere în exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Din punctul de vedere al şocului creat de masa în cădere, maşinile de format prin scuturare se împart în:
— maşini fără amortizarea şocului;
— maşini cu amortizarea parţială a şocului;
— maşini cu amortizarea totală a şocului.
Utilizînd aceste maşini s-au construit agregate tip carusel cu 4—6 posturi dispuse la distanţe egale. La un post se aşază rama, la al doilea se introduce amestecul de formare, la al 3-lea se îndeasă, la al 4-lea se face îndesarea suplimentară, apoi se extrage modelul şi la ultimul se evacuează forma.
Aceste maşini de formare se utilizează la obţinerea formelor şi a unor tipuri de miezuri pentru turnarea pieselor mici şi mijlocii de serie mare şi de masă.

Maşinile de formare prin presare. Aceste maşini se clasifică după direcţiile de aplicare a forţelor de presare, în raport cu masa, în:
— maşini cu presare de sus;
— maşini cu presare de jos.
După mărimea presiunii de presare, aceste maşini se împart în:
— maşini cu formare la presiuni joase (pînă la 4 daN/cm²);
— maşini cu formare la presiuni mijlocii (4—8 daN/cm²);
— maşini cu formare la presiuni mari (8—50 daN/cm²);
— maşini cu formare la presiuni foarte mari (50—200 daN/cm²).
Cele mai răspîndite sînt maşinile din prima categorie, dar pe măsură ce se găsesc soluţii tehnice viabile şi corespunzătoare economic se extind şi celelalte categorii. După sursa energetică, maşinile de formare prin presare sînt: manuale, pneumatice, hidraulice, mecanice şi electromagnetice.
În afară de maşinile de formare cu presare obişnuită (de obicei cu piston sau pistoane), în această categorie mai intră şi maşinile de formare cu membrană. Această soluţie contribuie esenţial la reducerea pierderilor de presiune cauzate de frecarea amestecului de formare de pereţii ramei, iar în consecinţă repartizarea presiunii este tot mai uniformă în volumul amestecului. Acest procedeu asigură o îndesare uniformă a amestecului (contrar îndesării de sus sau de jos), iar forţa de presare creşte cu 60%.
La presarea de sus sau de jos, presarea este neuniformă. La presarea de sus, dacă modelul este fixat, pe placa de presare, straturile de amestec cele mai îndesate se vor găsi în apropierea modelului, iar dacă placa-model va fi fixată pe placa maşinii, în apropierea modelului se vor găsi straturile cele mai afinate. La maşinile de presare de jos, straturile cele mai îndesate sînt în apropierea plăcii-model, dacă acesta este prins de masa maşinii, care în acest caz este şi placa de presare.
Se menţionează că la ambele tipuri de presare, diferenţa gradului de îndesare între diferitele straturi este direct proporţională cu înălţimea

Scanned with OKEN Scanner

ramei. Acest fapt determină ca aceste tipuri de mașini să fie utilizate mai ales la rame cu înălțimi mici.

Formarea la presiuni mari și foarte mari asigură grade uniforme de îndesare, permițînd fabricarea de piese cu precizie dimensională deosebit de mare. La acest tip de formare se elimină rebuturile datorită deteriorării formelor, se amplifică productivitatea de lucru, se pot turna forme și fără rame de formare, se reduce manopera de curățire a pieselor, se poate asigura turnarea în stive (cu reducerea corespunzătoare a cantității de aliaj pentru rețelele de turnare). Totuși, extinderea acestui procedeu nu este restrîns doar de dotarea tehnică a secțiilor, ci și de necesitatea asigurării unor amestecuri cu capacități deosebit de bune din punctul de vedere al curgerii. În plus, metoda necesită utilizarea numai a modelelor din fontă și oțel.

Mașini de formare prin scuturare-presare. Formele înalte nu puteau fi executate prin presare, iar prin scuturare dădeau un grad de îndesare prea mare în apropierea modelului; formele cu înălțime mică se puteau executa prin presare, iar prin scuturare necesită o îndesare suplimentară manuală, ceea ce conduce, pe lîngă la un efort fizic, la o scădere a productivității mașinii.

Dezavantajele celor două tipuri de mașini se înlătură la o combinare a lor în întregime, în special pentru formele mici și mijlocii (pentru formele înalte soluția nu este satisfăcătoare). Pentru formele înalte se practică o metodă particulară, în sensul că pe partea superioară se așază greutăți care în timpul scuturării exercită operația de îndesare a straturilor superioare de amestec.

Mașini de formare prin aruncare. Aceste mașini se utilizează pentru executarea formelor mari, amestecul fiind proiectat cu ajutorul unui cap aruncător. Acest procedeu se utilizează pentru obținerea formelor mari și înalte pînă la 2,5 m, cu un grad de îndesare uniform pe înălțime și productivitate de 10—60 m^3/h, fără însă a mecaniza extragerea modelului. Amestecul este proiectat în formă cu viteză care variază între 30 și 60 m/s. Turația capului aruncător variază între 1200—1800 rot/min. Amestecul proiectat cu viteză mare posedă forță suficientă pentru îndesarea straturilor de amestec aflate dedesubt. Deci, pentru a îndesa toată forma, capul aruncător se va deplasa peste toată suprafața. Deoarece ultimele straturi de amestec de formare rămîn totuși afînate, pentru a nu fi necesară îndesare suplimentară a acestor straturi, se impune ca amestecul de formare îndesat în formă să depășească cu 40—60 mm înălțimea ramei și care după terminarea îndesării urmează să fie ras pînă la nivelul ramei (mai sigură este amplasarea unei rame de 100 mm suplimentare, care se îndepărtează după îndesare).

Formarea cu aceste mașini asigură productivitatea foarte ridicată, fiind utilizată mult și la formarea în solul turnătoriei.

Scanned with OKEN Scanner

Mașini de formare prin suflare. Aceste mașini funcționează pe principiul amestecării aerului comprimat cu amestecul de formare. Operația este urmată de proiectarea amestecului de formare în cutia de miez sau în formă. Sînt două tipuri de mașini de format prin suflare:
— cu circuit deschis;
— cu circuit închise(în prezent, aproape în totalitate mașinile de formare prin suflare se realizează după acest tip).

Mașini de formare prin împușcare. Acest procedeu a rezultat din necesitatea măririi productivității muncii în turnătorii și creării de condiții de realizare mecanizată a formelor de dimensiuni mari. În aceste mașini nu are loc o amestecare intimă a amestecului de formare cu aer comprimat. Are loc însă o acționare instantanee a aerului asupra coloanei de amestec din camera de împușcare, ceea ce creează în acest loc o explozie de forță mică, totuși suficientă pentru a presa amestecul în formă. Aerul care pătrunde în formă se elimină prin orificiile de ventilare ale acesteia (se consumă 20—30% din volumul de aer utilizat la suflarea aceleiași calități de amestec de formare).
Capul de împușcare se schimbă în funcție de forma care se execută. Cu aceste tipuri de mașini se pot împușca amestecuri cu lianți termoreactivi (dar cu capete răcite), amestecuri cu silicat de sodiu etc.

Mașini de miezuit. În general, mașinile de miezuit sînt de aceleași tipuri ca mașinile de formare. Caracteristic pentru mașinile de miezuire este fixarea lor aproape în totalitate de cutiile de miez. Executarea miezurilor se poate face mecanizat, cu mașini de următoarele tipuri:
— mașini de miezuire prin scuturare;
— mașini de miezuire prin presare;
— mașini de miezuire prin suflare;
— mașini de miezuire prin împușcare;
— mașini de miezuire prin împingere;
— mașini cu cap centrifug.

Particularitățile tehnologice ale primelor patru tipuri de mașini de miezuire sînt aceleași cu detaliile menționate la respectivele mașini de format.
Mașinile de miezuire prin împingere se utilizează pentru executarea miezurilor cu secțiune constantă (circulară, patratică, hexagonală etc.). Procedeul nu este prea răspîndit, deoarece are un domeniu destul de restrîns și necesită serii mari.
Mașinile cu cap centrifug au tot un domeniu restrîns. Cu aceste tipuri de mașini nu se pot îndesa părțile proeminente ale miezurilor, care ies din zona de acțiune a jetului de amestec. În lucrarea (21) sînt redate în detaliu caracteristicile mașinilor de formare și miezuire produse în țară sau de altă proveniență.

Scanned with OKEN Scanner

3. METODE SPECIALE DE FORMARE ȘI MIEZUIRE

Printre acestea se menționează:
— formarea cu modele fuzibile de mercur;
— formarea cu modele dizolvabile în apă;
— formarea după metoda Shaw.

Ceva aplicații practice are metoda Shaw deoarece asigură piese de mare precizie dimensională (fapt deosebit de important la fabricarea matrițelor sau la turnarea aliajelor greu prelucrabile din care se obțin direct piese fără posibilități prea mari de prelucrare). Ca liant se folosește silicatul de etil. Se pot utiliza orice fel de modele. Formarea se reduce la turnarea amestecului de formare peste model fără a mai fi necesară îndesarea. După întărirea formei, urmează extragerea modelului.

4. PARTICULARITĂȚI TEHNOLOGICE LA OBȚINEREA MIEZURILOR

Deoarece miezurile sînt cele mai solicitate elemente ale unei forme, la executarea lor se va urmări obținerea următoarelor proprietăți:
— rezistența în stare crudă;
— rezistența în stare uscată;
— rezistența la temperaturi înalte;
— compresibilitatea;
— capacitatea de dezbatere;
— permeabilitatea la gaze;
— capacitatea de degajare a gazelor;
— capacitatea de umezire.

Rezistența în stare crudă. Aceasta caracterizează miezurile din punctul de vedere al extragerii din cutie și al transportului la uscătorie. Miezurile trebuie să fie rezistente pentru a-și menține forma și dimensiunile pînă la uscare. Rezistența miezului în stare crudă depinde de raportul dintre dimensiuni. Cu cît un miez este mai subțire, cu atît rezistența este mai mică, mai ales cînd are lungime mare. Rezistența în stare crudă trebuie să permită o uscare satisfăcătoare, pentru a nu se deforma în prima parte a uscării, cînd lianții nu asigură încă lierea granulelor. Mărirea rezistenței în stare crudă se realizează prin aplicarea de armături.

Rezistența în stare uscată. Această rezistență trebuie să permită transportarea miezurilor din cuptoare pentru depozitare, la asamblarea formelor și montarea acestora în forme. Fiind supuse și la solicitări puternice

Scanned with OKEN Scanner

7

în perioada umplerii formei cu metal lichid, miezurile trebuie să aibă rezistență mare pentru a-și păstra forma și dimensiunile.

Rezistența la temperaturi înalte. Acțiunea metalului lichid asupra miezului, în general, acționează de cel puțin patru ori mai puternic decît greutatea miezului. Aceasta explică dificultatea obținerii unor piese turnate cu pereți subțiri și uniformi, avînd și lungimi mari.

Se menționează că la presiunea exercitată de metal asupra miezului, se adaugă faptul că la sfîrșitul umplerii formei cu metal, liantul își pierde sensibil capacitatea de liere. În acest fel miezurile își micșorează rezistența pe o anumită adîncime. Diminuarea rezistenței se datorește încălzirii neuniforme a miezului și coeficienților neegali de dilatare termică a miezului. Coeficienții inegali de dilatare termică a masei miezului generează tensiuni interioare suplimentare.

Tot în perioada umplerii formei apare și fenomenul de spălare a miezului de către metal. Pentru prevenirea fenomenului de spălare, rețeaua de turnare trebuie astfel construită încît metalul care iese din alimentator să nu lovească miezul, iar cum cazul aceata nu se poate evita, se impune ca miezul să fie întărit în zona de atac a metalului. Cele mai solicitate miezuri la acțiunea de spălare a metalului lichid sînt miezurile-filtru și miezurile-diafragmă.

Compresibilitatea. După apariția crustei metalice în jurul miezului, stratul obținut prin solidificare și apoi prin răcire se contractă. Astfel, deși acțiunea metalului asupra formei încetează contracția metalului solidificat continuă să solicite apreciabil miezul. Deci de la turnare pînă la solidificarea unui strat de metal miezul trebuie să-și mențină rezistența, dar după aceea, rezistențe prea mari devin dăunătoare. Astfel de miezuri împiedică contracția și favorizează apariția tensiunilor interne în piese.

Capacitatea de dezbatere. Pierderea completă a legăturii dintre granulele amestecului de miez, după răcirea metalului din formă este o condiție obligatorie pentru miezuri deoarece dezbaterea lor la unele din piesele turnate (cilindrii de motor, radiatoare din fontă etc.) este o operație greoaie și care în cazul miezurilor rezistente și cu armături multe poate duce chiar la rebutarea piesei respective.

Permeabilitatea la gaze. Gazele aflate în masa miezului în timpul turnării pot proveni din două surse:

— aerul aflat în porii miezului și care reprezintă 15% din volumul total al miezului;

— gazele produse prin arderea liantului (volumul gazelor la temperatura de turnare este de circa 70 ori mai mare decît volumul miezului).

Scanned with OKEN Scanner

Dacă asemenea cantități de gaze nu se elimină cu ușurință prin miez, se vor obține presiuni atît de mari încît se va depăși cu mult presiunea metalului lichid, iar gazele vor putea arunca stropi de metal. În același timp, gazele, pătrunzînd în metal, rămîn înglobate în piesă sub formă de sufluri.

Întrucît un miez permeabil determină apariția la piese a suprafețelor rugoase (în unele situații acestea nu sînt de admis, precum la corpul interior al pompelor, la rotoare etc.) este de dorit a se realiza miezuri cu pereți subțiri. Permeabilitatea e de dorit să fie minimă la exterior și maximă la interior.

Capacitatea de degajare a gazelor. Cu cît cantitatea de gaze degajate prin arderea liantului din miez va fi mai mică, cu atît va fi mai ușoară evacuarea tuturor gazelor din interiorul miezului. De aici rezultă necesitatea de a se asigura amestecuri de formare cu lianți sau alte materiale componente care la încălzire să degajeze o cantitate cît mai mică de gaze.

Capacitatea de umezire. Miezurile montate într-o formă crudă sînt supuse acțiunii umidității formei pe două căi: direct, prin intermediul mărcilor și indirect, prin intermediul vaporilor de apă, care după asamblarea formei saturează masa acesteia.

Cînd un miez crud se montează într-o formă crudă sau, mai ales, într-una caldă, uscată superficial, înainte de asamblare, vaporii de apă, în contact cu miezul rece, se depun sub formă de picături, pătrunzînd în interiorul lui. Avînd în vedere dezavantajele unui miez umezit, miezurile trebuie să fie păstrate în depozite speciale, lipsite de umiditate. Deoarece umezirea se poate produce și în depozit, miezurile care s-au depozitat în spații reci, trebuie ușor încălzite înainte de introducerea lor în formă, ținîndu-se seama că un miez prea cald (aproape de 100°C) este la fel de dăunător ca și unul rece. Miezurile nu trebuie montate în formă cu mult înainte de turnare. Tot ca o prescripție privind execuția miezurilor este confecționarea lor din lianți care după uscare să nu absoarbă apă.

5. PARTICULARITĂȚI ÎN CONSTRUCȚIA MIEZURILOR. ARMAREA MIEZURILOR

Alegerea suprafeței de separare a miezului se face ținînd seama de următoarele:

— să ofere o suprafață cît mai mare pentru îndesare;
— să aibă o suprafață de uscare cît mai simplă;
— să aibă un număr cît mai redus de părți demontabile.

Scanned with OKEN Scanner

Pe cît este posibil, datorită costurilor ridicate legate de materiale și manoperă, volumul și numărul miezurilor se vor reduce cît mai mult cu putință. În aceeași ordine de idei se vor concepe miezurile astfel încît să se asigure configurații simple. În cazurile în care, constructiv, sînt necesare miezuri complexe, tehnologia de formare-miezuire trebuie astfel concepută încît să permită fragmentarea acestora și pe această bază, realizarea de mai multe miezuri, dar mult mai simple.

Construcția armăturilor miezurilor trebuie astfel concepută, încît să:
— asigure rezistență și rigiditate suficientă;
— permită contracția liberă a piesei și să nu constituie obstacole în calea acestor contracții (în caz contrar, în piese pot apărea tensiuni interne, care generează de cele mai multe ori crăpături):
— permită executarea canalelor de aerisire;
— se poată ușor îndepărta din piesă, după dezbaterea miezului;
— să fie simple, ușor de executat și ieftine.

Ca amplasare, armăturile trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
— să fie mai scurte, cu 2—3 mm la fiecare extremitate, decît miezul respectiv;
— capetele trebuie să pătrundă în marca miezului, iar dacă miezul are două mărci diametral opuse, acestea trebuie să fie legate prin armături;
— să nu atingă suprafața miezului în nici o porțiune, deoarece în aceste locuri se sudează cu metalul lichid și se schimbă condițiile de răcire;
— să fie uniform distribuite în masa miezului și deci în secțiunile de rezistență;
— să se poată păstra o anumită distanță de pereții miezului spre a evita distrugerea acestuia la transportul în uscător, la uscare și, mai ales, la asamblare;
— să aibă o oarecare rigiditate care să nu permită deformarea formei, mai ales în stare crudă.

Din punct de vedere constructiv se precizează că armăturile trebuie executate din mai multe sîrme subțiri, decît dintr-una groasă (se distribuie mai mult în masa miezului și în plus suprafețele totale de contact sînt mai mari). Armăturile mari se execută dintr-o sîrmă (eventual 3—4 la cele foarte mari) de grosime mare și mai apoi se construiește forma finală cu sîrme subțiri. Armăturile se mai pot realiza din plăci turnate (eventual se vor monta în ele și bucăți sau vergele de oțel). Pentru miezurile cilindrice ca armătură se vor utiliza țevi perforate. Deoarece miezurile mari se manevrează cu macaraua, armăturile se vor prevedea cu locuri de prindere (la armăturile schelet turnate se vor prevedea găuri filetate).

Pentru ca pe armătură să adere amestecul de miez, aceasta se acoperă înainte de introducerea în cutia de miez cu un strat subțire de argilă.

Scanned with OKEN Scanner

6. AERISIREA, ASAMBLAREA, FINISAREA ȘI TRANSPORTUL MIEZURILOR

Pe lîngă capacitatea miezului de a permite libera trecere a gazelor rezultate la turnare și de a evacua gazele cuprinse în masa lui (inclusiv gazele rezultate din volatilizarea lianților), aproape în totalitate miezurile se prevăd cu canale suplimentare de evacuare a acestora. Canalele de aerisire se pot executa;

— prin înțepare cu ajutorul unor vergele rigide, în cazul unor miezuri mici și mijlocii, executate dintr-o singură bucată;

— prin tăierea de jumătăți de canale pe ambele jumătăți de miez, care prin asamblare generează un singur canal;

— cu șnururi cerate incluse în miez, la miezurile complicate, care prin uscare se topesc în general după întărirea acestora și creează respectivele canale de aerisire;

— prin amplasare în mijloc, în cazul miezurilor mari și foarte mari, de bucăți de cocs (acest procedeu permite și realizarea unor însemnate economii de amestec de miez); din mijloc pînă spre marcă; aceste goluri mari create în miezuri se continuă du țevi pînă la capul mărcii.

Canalele de aerisire, indiferent cum sînt executate, trebuie să permită trecerea gazelor din interiorul miezului către mărci, fără să atingă suprafețele de lucru ale miezurilor. Dacă aceste canale ar ajunge pînă în suprafața miezurilor, prin aceste locuri ar putea pătrunde metalul lichid, care ar suprima rolul de evacuator de gaze producînd aproape în totalitate sufluri datorită miezurilor și formei.

Asamblarea părților de miez se poate realiza prin una din metodele:

— asamblarea în stare crudă;
— asamblarea mixtă;
— asamblarea în stare uscată.

Asamblarea în stare crudă se realizează în mod obișnuit prin aplicarea unui strat de clei pentru miezuri în suprafața de separație, astfel încît prin presarea ulterioară a celor două părți de miez, cleiul intră să umple toate suprafețele de contact, fără însă să iasă în rosturile de îmbinare sau să înfunde canalele de aerisire, inclusiv mărcile miezurilor. Asamblarea bucăților de miez se mai poate realiza și prin executarea unor proeminențe și adînciturî în suprafețele de asamblare. Prin suprapunerea acestora și îndesarea amestecului de miez prin ciocănire, pînă cînd semicutiile de miez se închid, se realizează o rigiditate a miezului, asamblarea datorîndu-se liantului din amestecul de miez.

Asamblarea mixtă (între părți sau miezuri separate în stare crudă, cu altele uscate sau cu bucăți uscate) se realizează aproape în exclusivitate

Scanned with OKEN Scanner

cu ajutorul cleiurilor. După această asamblare este obligatorie introducerea miezurilor din nou în uscător. Metoda permite simplificarea cutiilor de miez și mai ales reducerea numărului de plăci profilate pentru uscare, deosebit de complicate. Prezintă totuși dezavantajul că unele miezuri sau părți de miezuri se usucă de două ori, ceea ce înseamnă în fond consum suplimentar de combustibil.

Asamblarea mai multor miezuri, pentru obținerea unui miez complex, se realizează numai prin lipirea miezurilor unul lîngă altul, folosindu-se un dispozitiv de ghidare. Dacă ansamblul cuprinde 10—20 de miezuri (sau chiar mai puține) se alege un miez de bază pe care se lipesc toate celelalte miezuri. Evident, acest miez de bază va fi prevăzut cu elemente de susținere și rotire, care eventual, după asamblare, se vor putea demonta. În timpul asamblării, poziția fiecărui miez se va verifica cu ajutorul unor șabloane, dispozitive sau cu ajutorul spionilor (metalici sau din metarial plastic cu % mic de volatile). Aplicarea cleiului pe suprafețele de contact se face în peliculă subțire și cu multă atenție, în așa fel încît să se acopere toate suprafețele de contact, fără însă a se înfunda canalele de aerisire sau a ajunge pe suprafețele miezurilor.

După uscare miezurile se finisează. Finisarea constă în curățirea marginilor și canalelor de aerisire, chituirea defectelor mici și vopsirea.

Curățirea bavurilor miezurilor se realizează cu pietre abrazive, cu pila sau cu cauciuc rezistent. Se va avea în vedere ca această operație să se realizeze fără deformarea miezurilor și mai ales fără desprinderea proeminențelor de pe miezuri. Se vor deschide canalele de aerisire din mărci, iar în cazul folosirii șnururilor de ceară, se vor scoate sforile din acestea care ies din mărci. În cazul asamblării în stare uscată, miezurile sau părțile de miezuri se vor curăța, îndepărtîndu-se porțiunile care nu permit asamblare corectă (evident, dacă aceasta se datorește cutiei de miez, apoi se remediază defecțiunea cutiei de miez).

Suprafețele cu porozități locale, cu crăpături fine, apărute din cauza unui grad mic de îndesare, cum și marginile curățite, se vor chitui.

Stratul de chit trebuie să fie cît mai subțire posibil, pentru a nu modifica forma și dimensiunile miezului cît și pentru faptul că un strat prea gros de chit poate fi „spălat“ de metalul lichid determinînd rebutarea piesei.

Vopsirea este necesară la miezurile interioare care trebuie să fie curate și fără prelingeri pe suprafață, precum și la miezurile expuse la spălare intensă de către metalul lichid. Mărcile miezurilor și părțile care se încleiază nu se vor vopsi (metode de vopsire: prin imersiune, cu pensula, cu pulverizatorul). În cazul în care miezurile nu se pot vopsi în stare caldă, este necesară o a doua uscare, după vopsire care trebuie făcută imediat pentru a împiedica pătrunderea umidității în interiorul miezului.

Scanned with OKEN Scanner

Din acest motiv, este mult mai indicat ca vopsirea miezurilor să se realizeze în stare crudă. O astfel de vopsire permite pătrunderea mai profundă a vopselii în miez și aderența mai bună a acesteia.
Umiditatea pe care o capătă miezul prin vopsire se va putea îndepărta direct prin uscare. Pentru a obține suprafețe interioare foarte netede se recomandă ca miezurile să fie unse manual cu o pastă de consistența smîntînii formată, de obicei, din grafit argintiu sau talc. Ca și la vopsire, se recomandă ca în timpul ungerii miezurile să fie calde spre a evita o a doua uscare.
Depozitarea și transportul miezurilor trebuie să se facă cu foarte mare atenție, deoarece greșeli oricît de mici duc la deteriorarea miezurilor, pentru care s-a consumat întregul volum de muncă și materialele necesare obținerii lui.
Miezurile mici se recomandă a se depozita în lăzi, care umplute să nu aibă mai mult de 15—20 kg (aceste cantități se pot transporta ușor la locul de asamblare a formelor). Miezurile mai mari se vor depozita în lăzi prevăzute cu suporturi speciale profilate din metal sau din lemn și dacă este cazul, se vor acoperi cu pîslă. Încăperea pentru depozitarea miezurilor trebuie să fie caldă și uscată.
Transportarea miezurilor la locul de asamblare se va face în așa fel încît acestea să fie ferite de șocuri, alunecări sau frecări, fapt ce ar duce la deteriorarea lor. Miezurile aduse la locul de asamblare nu se depozitează, ci vor fi montate imediat.

7. USCAREA ȘI ÎNTĂRIREA CHIMICĂ A FORMELOR ȘI MIEZURILOR

Prin uscare, formele și miezurile devin mai rezistente, au permeabilitate mai bună și își reduc capacitatea de a genera gaze la turnare. Avînd în vedere consumul de combustibil, energie electrică și manoperă necesare la uscare, ori de cîte ori este posibil tehnologic se vor folosi forme și miezuri în stare crudă.

7.1. METODE CLASICE DE USCARE

În turnătorii, uscarea miezurilor și formelor este mult mai complexă decît o uscare obișnuită. În cadrul acesteia nu are loc doar o îndepărtare a apei, ci și topirea, oxidarea sau polimerizarea lianților. În acest mod miezurile devin mai rezistente, mai permeabile și cu cantitate mai mică de gaze. În conjunctura actuală, această tehnologie fiind mare consumatoare de combustibil, capătă o atenție deosebită, atît din punctul de

Scanned with OKEN Scanner

vedere al optimizării, cît și al asimilării tehnologiilor cu consumuri reduse de combustibil sau cu întărire chimică la rece.

Îndepărtarea apei din interiorul formei sau miezului se face numai prin suprafețele acestora, deoarece în tot timpul uscării straturile de la suprafață rămase fără apă absorb apa din interior.

Uscarea la temperaturi mai înalte deși se realizează mai rapid nu se practică, deoarece în acest caz se pot distruge lianții, iar la suprafața amestecului se formează o crustă detașabilă ce la turnare poate ajunge în interiorul piesei. Sub presiunea vaporilor din interiorul miezurilor crusta crapă, micșorîndu-se apreciabil rezistența acesteia. Din acest motiv este mai rațională o încălzire cu viteză lentă, la temperaturi mai joase, cu toate că se mărește durata procesului de uscare. Durata și temperatura de uscare sînt influențate de natura lianților din miezuri (tabelul 3.6) și de volumul interior al ramelor (tabelul 3.7).

Tabelul 3.6

DURATELE ȘI TEMPERATURILE DE USCARE A MIEZURILOR

Liantul amestecului	Temperatura de uscare, °C	Durata de uscare pentru grosimi mici și mijlocii, h
Bentonită	150	2—5
Melasă	150—180	1—4
Leșie sulfitică	150—180	2—5
Dextrină	160—180	1
Colofoniu	160—190	1—2
Clei de in	200—240	1—3
Smoală	200—240	1—2
Argilă	250—350	2—5
Argilă și rumeguș	300—330	1—5

Etapele caracteristice ale procesului de uscare sînt:

— preîncălzirea și încălzirea pînă la 100—110°C (temperatura trebuie să crească încet, apa se evaporă treptat, umiditatea se menține încă la nivel ridicat, aspecte ce contribuie la o încălzire uniformă);

— ridicarea temperaturii pînă la limita necesară uscării și menținerea

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.7

DURATELE DE USCARE A FORMELOR

Operația — durata	Volumul total al ramelor, m³			
	Pînă la 0,4	0,4—3,0	3—10	Peste 10
Încărcarea, în h	0,5	1—1,5	1,5—2	1,5—2
Uscarea propriu-zisă, în h	7	6—9	13—20	20—32
Descărcarea, în h	0,5	1—1,5	1,5—2	1,5—2
Durata totală, în h	8	8—12	16—24	23—36

formelor și miezurilor la temperatura maximă de regim (în această perioadă are loc uscarea propriu-zisă, liantul suferă modificările care asigură o anumită rezistență miezurilor și formelor, viteza de încălzire se poate amplifica pînă la valoarea maximă admisibilă; în această perioadă este obligatorie o circulație intensă a gazelor calde în uscător, deoarece eliminarea apei este cu atît mai anevoioasă cu cît conținutul total este mai mic);

— răcirea pînă la temperatura la care este posibilă evacuarea formelor și miezurilor din cuptor (în general, 50—80°C).

Miezurile se vor usca cu deosebită grijă, avînd în vedere următoarele prescripții:

— preîncălzirea și încălzirea preliminară se vor realiza cu viteze deosebit de mici, pentru a evita supraîncălzirea straturilor exterioare și rămînerea în stare sensibil mai rece a straturilor interioare;

— în etapa de îndepărtare a apei suprafața miezului nu trebuie să depășească 100°C, deoarece în alte condiții liantul ar asigura întărirea crustei miezului, ceea ce ar îngreuna transferul umidității din interior;

— după terminarea evaporării apei nu se admite creșterea bruscă a temperaturii pînă la temperatura maximă admisibilă pentru uscare, deoarece vor apărea diferențe mari între straturile exterioare și interioare;

— menținerea la temperatura maximă de uscare trebuie să se facă pînă la egalarea temperaturii în toate secțiunile miezului și pînă la terminarea procesului de liere;

— uscarea trebuie să fie cît mai uniformă și de aceea temperaturile în cuptor trebuie să fie cît mai uniforme; în acest mod se evită cazurile în care unele miezuri sau porțiuni de miezuri sînt prea uscate, iar altele sînt insuficient uscate;

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura gazelor în uscător trebuie să se mențină în fiecare moment aproape de limita maximă admisibilă, pentru a se realiza o utilizare rațională a uscătorului;
— miezurile se vor așeza în uscător astfel încît să fie spălate de către curentul de gaz fără să se creeze bucle staționare, deoarece acestea încetinesc local procesul de uscare;
— o încărcătură a cuptorului trebuie astfel concepută încît aceasta să fie cît mai uniformă din punctul de vedere al dimensiunilor și pe cît este cu putință exclusiv miezuri de același tip de amestec (din punctul de vedere al liantului).

Durata de uscare a formelor și miezurilor depinde de forma și mărimea lor, precum și de natura liantului aflat în componența amestecului de formare și variază între 8—10 h pînă la 30—40 h pentru forme, iar pentru miezuri între 1 și 15 h.

Ca o variantă de reducere a consumului de combustibil la uscarea unor tipuri de forme este uscarea superficială, adică pe adîncimi de 30—50 mm, operație care se poate realiza în circa 0,5 h. Evident că aceste forme se asamblează și se toarnă cît mai repede cu putință.

Uscătoarele pentru forme și miezuri se împart în două mari grupe:
— uscătoare cu funcționare periodică;
— uscătoare cu funcționare continuă.

Dacă în cadrul primelor uscătoare temperatura se poate schimba, realizîndu-se exact diagrama de uscare, în cadrul celor de al doilea tip, temperatura din uscător este constantă. Regimul de uscare se realizează prin deplasarea formelor și miezurilor încălzite diferit.

7.2. METODE NOI DE USCARE

Metode noi de uscare sînt:
— uscarea cu radiații infraroșii;
— uscarea cu curenți de înaltă frecvență.

Uscarea cu radiații infraroșii se aplică numai superficial formelor și la uscarea totală a miezurilor. Radiațiile pot fi obținute atît pe cale electrică, cît și cu ajutorul combustibililor lichizi și mai ales gazoși. În R. S. România sînt omologați radianți electrici cu infraroșii (de 250 W) și radianți ceramici de tipul GD 2500 (cu gaze naturale). Eficacitatea economică a acestei metode de uscare a generat o extindere în mai multe turnătorii.

Uscarea cu curenți de înaltă frecvență se aplică pentru uscarea superficială a formelor sau uscarea totală a miezurilor. În mod frecvent miezurile sînt așezate între electrozii unui generator de înaltă frecvență. Prin crearea unui cîmp variabil de înaltă frecvență în interiorul amestecului se obține o mișcare moleculară intensă, urmată de puternică dega-

Scanned with OKEN Scanner

jare de căldură în toată masa miezului. În cîteva secunde se ajunge la 100°C, iar în cîteva minute se usucă complet. Deoarece curenții de inducție care iau naștere duc în multe ocazii la topirea armăturilor, uscarea cu ajutorul curenților de înaltă frecvență nu se aplică la astfel de miezuri. Timpul de uscare se poate reduce de 8—12 ori dacă în camera de uscare se insuflă aer cald la 120—180°C. Extinderea acestui procedeu nu este posibilă, deoarece consumul de energie este foarte ridicat (200—250 kWh/t de miezuri), iar prezența armăturilor metalice limitează domeniul de aplicare. Datorită temperaturilor locale foarte mari, acest procedeu nu este aplicabil nici la miezurile executate cu lianții organici. Ca avantaje ale acestui procedeu se menționează:

— încălzirea simultană și uniformă a întregului miez;
— asigurarea reducerii deteriorării miezului;
— reducerea duratei de uscare;
— realizarea unui ciclu automatizat de uscare;
— evitarea suprauscării miezurilor, deoarece odată cu îndepărtarea apei și solidificarea lianților în miez încetează uscarea.

7.3. ÎNTĂRIREA (USCAREA) PE CALE CHIMICĂ A FORMELOR ȘI MIEZURILOR

Toate procedeele de uscare prezentate anterior necesită instalații adecvate, în general mari consumatoare de combustibil sau energie. Din aceste motive, precum și pentru a se reduce duratele de uscare, tot mai insistent se cercetează soluții tehnologice de întărire pe cale chimică, fără uscare.

Întărirea pe cale chimică, pe lîngă aceste avantaje mai prezintă particularitățile tehnologice că modelul se extrage după întărirea amestecului, deci piesele vor avea o precizie dimensională deosebită. În acest mod, indiferent de procedeul de întărire chimică, durata întregului proces de formare-turnare se reduce sensibil, eliberînd în consecință spații de formare și rame de formare.

Ca metode pentru întărirea chimică se menționează:

— întărirea chimică a formelor și miezurilor din amestecuri cu silicat de sodiu și întărite cu bioxid de carbon;
— întărirea chimică a formelor și miezurilor din amestecuri de silicat de sodiu și întărite cu ferosiliciu praf;
— întărirea chimică a formelor și miezurilor din amestecuri cu silicat de etil (metoda Shaw);
— întărirea amestecurilor de formare fluide cu autoîntărire.

Avînd în vedere datele anterioare, rețetele respectivelor amestecuri, în continuare se prezintă doar unele aspecte tehnologice specifice.

Scanned with OKEN Scanner

Întărirea chimică cu bioxid de carbon (CO_2). Procesul de întărire se realizează printr-o reacție chimică de înlocuire a acizilor (acidul silicic fiind înlocuit cu bioxidul de carbon). Procesul de întărire se realizează în trei etape:

— descompunerea silicatului de sodiu;
— formarea unui gel de acid silicic;
— întărirea gelului prin pierderea unei părți din apa de constituție.

Rezistențe mecanice maxime ale formelor întărite chimic cu bioxid de carbon se obțin pentru cazurile în care conținuturile de apă în gelul de acid silicic sînt cele mai mici. Prin insuflarea bioxidului de carbon rece are loc întărirea rapidă a amestecurilor de formare, dar rezistențele mecanice nu sînt maxime, deoarece o parte din căldura de reacție rezultată este utilizată pentru evaporarea umidității. Această situație se ameliorează sensibil prin insuflarea bioxidului de carbon rece combinat cu o insuflare de gaze arse cu 10—12% CO_2 (eventual gaze captate de la cubilou sau alt agregat de elaborare în care se constată conținuturi corespunzătoare de CO_2; în cazul în care conținutul de CO_2 este mai mare, gazele arse se pot dilua cu aer pînă la realizarea conținutului optim și a temperaturii optime).

Instalațiile de insuflare cu CO_2 sînt foarte simple. Consumul de CO_2 este de cca 1% din cantitatea de amestec utilizat în turnătorii. Pentru reducerea cantității de bioxid de carbon utilizat se practică tot mai mult execuția formelor cu amestec de model, (amestec cu silicat de sodiu) și cu amestec de umplere (amestec cu liant argilă sau bentonită). Stratul de amestec cu silicat trebuie să se găsească în jurul modelului, să fie cît mai uniform îndesat. Amestecul de umplere trebuie să fie cît mai repede îndesat, deoarece amestecul cu sticlă solubilă începe să se întărească cu CO_2 din atmosfera turnătoriei, iar mai apoi adăugarea întîrziată a amestecurilor clasice poate să determine crăpături în stratul de model.

Avînd în vedere marea rezistență a amestecurilor cu liant silicat de sodiu s-a trecut la executarea de forme-coji. În acest fel formarea se reduce apreciabil, iar consumul de amestec se reduce cu 30—50% (chiar și mai mult). Procedeul de execuție a formelor-cojii este obișnuit, cu singura precizare că surplusul de amestec se îndepărtează înainte de insuflarea bioxidului de carbon.

Pentru mărirea capacității de dezbatere a miezurilor în amestecuri se adaugă materiale care ușurează sfărîmarea. La amestecuri cu puțin silicat de sodiu este indicată adăugarea de componenți ca: păcură, melasa și bitumul. Același rol de mărire a capacității de dezbatere, dar cu efecte apreciabile pentru amestecurile cu conținuturi ridicate de silicat de sodiu îl au adaosurile de fosfați.

Amestecurile de silicat de sodiu se depozitează în vederea utilizării exclusiv în lăzi sau cutii acoperite cu pînză de sac umezită. Chiar și în aceste condiții durata de menținere nu trebuie să fie mărită (în nici un caz de pe o zi pe alta), întrucît să pierde capacitatea de liere, amestecurile degradîndu-se.

Întărirea chimică cu ferosiliciu praf. Superioritatea acestui procedeu rezultă din faptul că reacția dintre silicatul de sodiu și siliciul praf se realizează de la sine, în timp scurt. Formele posedă mari rezistențe de solicitări mecanice și bune refractarități. Praful de siliciu trebuie să fie foarte fin (să treacă prin sita de 0,06 mm). Alt mare avantaj al acestui procedeu rezultă din faptul că avînd refractaritate ridicată, formele și miezurile nu se vopsesc. Fac excepție doar fontele care datorită elementelor chimice ce le pot genera se toarnă în astfel de forme vopsite cu vopsele refractare pe bază de grafit.

Întărirea chimică a formelor cu silicat de etil (metoda Shaw). Aspectele tehnologice s-au evidențiat. Se consideră necesar să se precizeze că reacția chimică durează de la cîteva secunde la cîteva minute. Operația de uscare se realizează prin arderea alcoolului etilic rezultat în urma procesului chimic. Datorită temperaturii rezultate, forma prezintă unele microfisuri care asigură permeabilitatea la gaze. La această metodă se pot utiliza și modele de lemn (deci procedeul aplicabil pentru piese unicate). Datorită prețului de cost ridicat al silicatului de etil, acest procedeu se aplică numai în cazuri bine motivate.

Autoîntărirea amestecurilor de formare fluide. În cadrul acestor tehnologii de formare se reușește să se echilibreze esențial timpul de formare-miezuire cu timpul de uscare a formelor și miezurilor mari. Această autoîntărire chimică este asociată în cazul acestor amestecuri și de eliminarea procesului de întărire, amestecurile fiind deosebit de fluide (de consistența lichidelor). În această categorie s-au înscris și procedeul anterior (procedeul Shaw) și mai apoi amestecurile pe bază de gips, dar care au particularități tehnologice care nu le-au permis o largă utilizare.

Amestecurile fluide cu autoîntărire au forțe de frecare intergranulare foarte reduse (aceasta se realizează cu ajutorul unor substanțe superficial active). Fluiditatea amestecului de formare se obține pe seama adaosului de detergenți. Un asemenea amestec este format din 4—7% zgură de la elaborarea ferocromului, 6—7% silicat de sodiu, 0,03—0,3% detergent și 1,2—2% apă (întărirea se realizează prin reacția chimică dintre zgură și silicatul de sodiu). S-au reușit rețete de amestecuri fluide cu autoîntărire prin înlocuirea silicatului de sodiu cu oxizi de calciu și magneziu, iar zgura cu dolomită calcinată. Alte rețete de amestecuri cu autoîntărire sînt pe bază de ciment-apă cu adaosuri de calciu, săruri

Scanned with OKEN Scanner

de aluminiu etc. Un alt înlocuitor al silicatului de sodiu a fost leșia sulfitică. De asemenea, s-au obținut amestecuri de formare fluide pe bază de rășini sintetice uree-formaldehidă, iar ca întăritor, acidul oxalic, sau și mai frecvent rășinile furanice, cu întăritor pe bază de acid sulfonic.

Procesele de întărire care au loc în reacția dintre silicatul de sodiu și cimenturile sau zgurele sînt deosebit de complicate, aproape toți componenții participînd la realizarea finală a întăririi.

Se atrage atenția asupra faptului că folosirea rășinilor furanice este însoțită de cantități de gaze toxice și de aceea implică măsuri de protecția muncii deosebit de serioase. În plus, aceste rășini sînt relativ scumpe.

Mult mai raționale ni se par a fi amestecurile cu autoîntărire pe bază de silicat de sodiu și ciment. O rețetă utilizată de autorul prezentei lucrări a fost: 93,5% nisip de Aghireș, 6,5% ciment M 400 și apoi silicat în proporție de 7,5—8% față de componentele solide (deja amestecate). Silicatul a avut modulul 2, iar greutatea specifică 1,5—1,55 kg/dm³. Avînd în vedere durata redusă pînă la întărire de sub 15 min, aceste amestecuri s-au utilizat exclusiv pentru forme și miezuri care se puteau executa în acest timp de priză. Durata de lucru pînă la autoîntărire a fost dublată sau chiar triplată prin adăugarea unei substanțe întîrzietoare de priză (0,1—0,3% hidroxid de sodiu dizolvat în 1% apă față de greutatea întregii încărcături de amestec de formare).

Capacitatea de dezbatere a amestecurilor cu autoîntărire se amplifică corespunzător prin adăugarea de huilă, cocs, praf de bachelită etc. (s-au obținut rezultate deosebite cu 1—2% cocs fin măcinat, adăugat în amestec după nisip, ciment și înaintea silicatului de sodiu).

Aceste amestecuri au dat rezultate deosebite la formarea-turnarea unor piese complicate, cu grosimi mici. În plus, procedeul de autoîntărire a redus apreciabil costurile legate de formare, miezuire, uscare și asamblare.

8. ASAMBLAREA FORMELOR

Reușita execuției formelor, miezurilor, a întregii tehnologii deturnare este foarte mult dependentă de asamblarea formelor. Condițiile normale la asamblarea formelor nepermanente sînt:

— închiderea formelor să se facă ghidat;

— montarea miezurilor să se facă corect și să se verifice pe parcursul introducerii acestora în formă;

— să se asigure comunicarea canalului de aerisire din miezul principal cu atmosfera;

Scanned with OKEN Scanner

— să se asigure miezurile contra pătrunderii aliajului lichid în canalele de aerisire;
— să se asigure miezurile contra deplasării și deformării.

Asamblarea formelor este ultima operație și constă în montarea într-un tot unitar a semiformelor și a miezurilor.

Asamblarea cere foarte multă atenție, deoarece o greșeală în această fază duce sigur la rebutarea piesei turnate și la consum inutil de muncă depusă pentru executarea formei.

Pentru o asamblare corectă se recomandă următoarele:
— verificarea și repararea părților formei, eventual deteriorate în timpul diverselor manevrări;
— curățirea cavității formei de resturile de amestec de formare căzute în formă după executarea acesteia;
— verificarea și repararea miezurilor în așa fel încît să nu prezinte bavuri, să aibă canalele de aerisire desfundate, să aibă armăturile complet îngropate, mai ales pe suprafețele de contact cu metalul;
— miezurile, după necesități, să fie vopsite sau unse pe toată suprafața de contact;
— miezurile să fie puțin încălzite, spre a evita efectul de umezire a lor în timpul menținerii în formă, de la terminarea asamblării și pînă la turnare;
— alegerea unui spațiu uscatpentru asamblare , cît mai aproape de cuptor și ușor accesibil pentru turnare.

Operațiile principale ale asamblării formelor sînt următoarele: montarea miezurilor, etanșarea suprafețelor de contact, închiderea și consolidarea formei.

8.1. MONTAREA MIEZURILOR

În cazul formelor cu mai multe miezuri, acestea se pot monta:
— separat, respectîndu-se o anumită ordine, în așa fel încît să fie posibilă montarea tuturor miezurilor;
— în bloc, în jurul unui miez ales ca bază, se montează toate celelalte miezuri și astfel se așază în formă împreună.

Acest lucru este posibil să se realizeze la miezurile complexe și cu profil complicat, asigurînd o mare exactitate a golurilor piesei.

Poziția și mărimea miezurilor impun anumite sisteme de fixare a lor în formă.

Miezurile montate în semiformele superioare se prind de o traversă deasupra ramei de formare, prin intermediul armăturilor și a unor sîrme.

Scanned with OKEN Scanner

Miezurile, pe care presiunea metalului lichid le-ar putea deplasa se fixează cu ajutorul suporturilor care ocupă spaţiul dintre formă şi miez şi care după turnare rămîn înglobate în piesa turnată.
Suporturile de miez trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:
— să aibă suprafeţe de sprijin suficient de mari, atît în partea miezului, cît mai ales în partea formei, dacă aceasta nu se usucă;
— să reziste în formă pînă cînd metalul se solidifică, în aşa măsură încît miezul să nu mai aibă posibilitatea să se deplaseze;
— să se sudeze bine în piesa turnată şi să nu formeze în jurul său sufluri.
Un suport de miez se poate confecţiona din tablă îndoită sau din două plăcuţe de tablă şi un pivot de sîrmă între ele, prin nituire.
La alegerea şi fixarea pivotului se recomandă următoarele:
— îmbinarea lui cu plăcuţele trebuie să fie corectă şi sigură, pentru ca sub presiunea formei sau a miezului să nu se poată desprinde;
— pivotul de sîrmă să nu prezinte o suprafaţă zimţată, filetată sau răsucită (cînd materialul din care s-a confecţionat pivotul a avut secţiunea patrată);
— dimensiunile se vor alege între limite care să asigure sudare bună în piese şi rezistenţă suficientă.
Pentru piesele mari se folosesc suporturi de miez aşchiate, din fontă sau oţel.
La piese cu pereţi de grosime pînă la 8 mm suporturile de miez nu se sudează, astfel că prin montarea lor sînt necesare îngroşări locale avînd diametrul cuprins între 12—20 mm.
Pentru a preveni formarea suflurilor în zona suporturilor, acestea nu trebuie să aibă suprafaţa oxidată, de asemenea sau cu ulei, care la turnare să degajeze gaze.

8.2. ETANŞAREA SUPRAFEŢELOR DE CONTACT

Dacă suprafeţele de contact dintre semiforme şi dintre forme şi miezuri nu se aşază perfect, una peste alta, în spaţiile rămase libere poate pătrunde metal, ducînd la formarea de bavuri şi chiar la scurgerea lui. Pentru aceasta, operaţia de etanşare a suprafeţelor de contact îşi are importanţa ei în procesul de formare.
Formele se etanşează astfel:
— pentru formele crude, pe suprafeţele de separaţie ale formelor în apropierea cavităţii formei, la circa 50 mm, se zgîrie circa 10 mm, creîndu-se un şanţ şi o ridicătură de amestec de formare şi care la închiderea formei astupă toată lungimea sa orice spaţiu rămas liber între cele două părţi de formă;
— pentru formele uscate, în locul zgîrieturii, se aşază un cordon din pastă de argilă sau de pudră, cu o înălţime de circa 5 mm;

Scanned with OKEN Scanner

— la etanșarea suprafețelor de contact dintre formă și miezuri se procedează la fal ca și în cazul formelor, cu condiția ca prin presarea cordonului, acesta să nu astupe canalele de aerisire și să nu pătrundă în cavitatea formei (această condiție din urmă este valabilă și pentru asamblarea semiformelor).
Se recomandă ca atît zgîrietura, cît și cordonul de pastă sau pudră să fie întrerupt în zona mărcilor miezului, spre a nu împiedica evacuarea gazelor.

8.3. ÎNCHIDEREA ȘI CONSOLIDAREA FORMELOR

Ghidarea formelor în vederea închiderii se realizează cu ajutorul cepurilor și tijelor de centrare.
La anumite piese, reduse ca număr, se face verificarea poziției semiformei superioare, constînd în amplasarea unei piramide din argilă plastică pe suprafața de sus a miezului. Aceste piramide, prin așezarea semiformei superioare, se turtesc, ajungînd la înălțimea golului dintre formă și miez. Se ridică semiforma superioară și se măsoară înălțimea. Dacă acestea corespund cu grosimea peretelui piesei în zona respectită se înlătură piramidele, formele închizîndu-se definitiv. Se recomandă ca piramidele să nu se așeze direct pe miez ci pe o bucată de hîrtie, spre a împiedica umezirea miezului și aderarea materialului piramidei de suprafața acestuia.

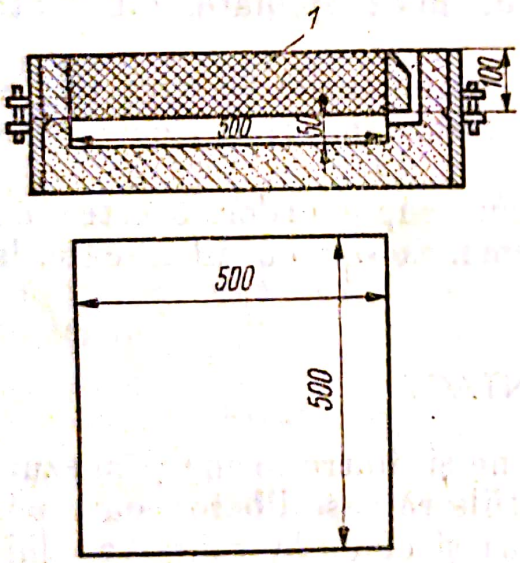


Fig. 3.10. Determinarea presiunii metalului asupra formei superioare în cazul unei plăci plane.

Consolidarea formelor este necesară datorită faptului că la turnare metalul tinde să ridice semiforma superioară Aceasta determină apariția unui spațiu în suprafața de separare prin care metalul se poate scurge, piesa este rebutată, producîndu-se în același timp și accidente de muncă.
Aceasta se evită prin :
— prinderea ramei superioare de rama inferioară cu ajutorul unor cleme, aplicîndu-se în special la piesele mari și mijlocii;
— așezarea unor greutăți deasupra ramei superioare, aplicîndu-se în special la piese mici și mijlocii.
Se recomandă ca îngreunarea să nu se facă cu o placă care să acopere o mare parte din suprafața formei, deoarece se va reduce posibilitatea de evacuare a gazelor din formă.
Determinarea presiunii metalului asupra formei este relativ simplă fiind egală cu greutatea coloanei imaginare *1* (fig. 3.10) de metal lichid

Scanned with OKEN Scanner

care se găsește deasupra porțiunii piesei turnate din forma superioară și are înălțimea egală cu distanța pînă la partea superioară a pîlnie, de turnare.

Pentru placa din figura (5 × 5 × 0,5 dm) forța are valoarea:

$$P = 5 \times 5 \times 0{,}5 \times 7 = 87{,}5 \text{ daN}.$$

Pentru determinarea exactă a greutății cu care se va îngreuna forma, din valoarea obținută (87,5 daN) se va scădea greutatea proprie a formei superioare,. Este bine să se prevadă un mic surplus de siguranță (admițîndu-se o greutate de circa 5—10% mai mare).

9. EXECUTAREA FORMELOR PERMANENTE

Executarea formelor nepermanente continuă să fie costisitoare datorită faptului că acestea trebuie refăcute după fiecare turnare. Cu toată această manoperă importantă, în forme nepermanente se realizează încă o mare parte din piesele turnate.

Execuția pieselor simple, mici și mijlocii este mult mai rațională să se realizeze în forme permanente. O formă permanentă poate să reziste la cîteva sute, la cîteva mii, zeci de mii sau chiar sute de mii de turnări, fără ca aceasta să necesite decît unele mici reparații pe parcurs.

După specificul acestei formări se cunosc următoarele tipuri de forme:

— forme permanente pentru turnarea statică;
— forme permanente pentru turnarea sub presiune;
— forme permanente pentru turnarea centrifugă;
— forme permanente pentru turnarea continuă;
— forme permanente pentru turnarea prin aspirație;
— forme permanente pentru turnarea prin matrițarea metalului în stare lichidă.

9.1. FORME PERMANENTE PENTRU TURNAREA STATICĂ

Forme permanente se execută din metal sau din grafit, cele mai răspîndite fiind cele din metal (cunoscute sub numele de cochile).

Formele permanente sînt rentabile numai în cazul producției de serie, datorită costului lor ridicat. Ele prezintă o serie de avantaje printre care: se reduc adaosurile de prelucrare, se îmbunătățește calitatea suprafețelor, crește producția orară și producția specifică pe metrul patrat de suprafață de formare, se reduce consumul specific de metal lichid și de amestecuri de formare.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul pieselor care necesită o crustă dură la suprafață (cilindrii pentru laminoare din fontă cu crustă dură) se adoptă turnarea în forme metalice indiferent de numărul de piese care urmează a se turna.
Apariția la piesele turnate din fontă a unei zone superficiale albe constituie, în general, un dezavantaj al formelor permanente metalice; pentru remediere se vor supune unui tratament termic.
Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească formele permanente sînt:
— execuția ușoară;
— posibilitatea mecanizării turnării;
— obținerea unor piese turnate de calitate, cu adaosuri de prelucrare minime;
— siguranță mare în exploatare;
— durabilitate maximă.
La stabilirea construcției și a dimensiunilor formelor permanente se au în vedere: poziția suprafeței de separație, poziția de turnare a piesei, adaosurile de prelucrare și de contracție, metoda de asamblare a formei, metoda de scoatere a pieselor turnate, precum și construcția dispozitivelor de acționare și de răcire a formelor.
După felul suprafeței de separație, formele permanente pot fi:
— fără suprafață de separație;
— cu suprafață de separație orizontală;
— cu suprafață de separație verticală;
— cu suprafața de separație frîntă.

Forme permanente metalice. Aceste forme se execută prin turnare din fontă și oțel, cele mai obișnuite fiind cele din fontă. După turnare se prelucrează mecanic. La stabilirea dimensiunilor formei permanente metalice se recomandă a se respecta următoarele: distanța dintre cavitățile diferitelor piese turnate în aceeași formă să fie de minimum 10—20 mm, distanță de la piciorul pîlniei rețelei de turnare pînă la cavitatea piesei să fie de 25—30 mm, distanța dintre partea inferioară a formei și canalul de distribuție să fie de 70—100 mm, înălțimea pîlniei de turnare să fie cu 40—60 mm deasupra marginei superioare a piesei turnate, pentru a se asigura presiunea atmosferică necesară umplerii formei. Grosimea pretelui formei se determină cu ajutorul următoarei formule:

$$g_2 = 13 + 0{,}60\ g_1,$$

în care g este grosimea peretelui piesei turnate, în mm;
g_2 — grosimea peretelui formei, în mm.
La determinarea dimensiunilor unei forme permanente metalice trebuie să se țină seama de faptul că aceasta, în timpul turnării, este supusă unei încălziri și unei contracții neuniforme a părților groase și subțiri

ale piesei turnate, cauze care duc la determinarea formelor. Deteriorarea formelor se reduce luînd următoarele măsuri:
— construirea de nervuri pentru mărirea rigidității (nervurile avînd grosimi în jur de 75%din grosimea pereților);
— fixarea formelor permanente metalice în rame speciale;
— confecționarea formei dintr-un metal refractar, cu coeficient mic de contracție.
De asemenea, deteriorarea se micșorează acționînd asupra temperaturii formei și mai ales variației de temperatură la care este supusă forma în timpul turnării.
Forma permanentă metalică se supraîncălzește datorită faptului că la turnări repetate se acumulează mai multă căldură de la metalul lichid, decît poate ceda mediului înconjurător.
Supraîncălzirea formei se poate evita prin crearea unor condiții de răcire mai bune și anume:
— prin confecționarea unei forme cu nervuri sau ace pe suprafețele exterioare, asigurîndu-se o suprafață mai mare de răcire;
— prin răcirea forțată a formei în timpul turnării, cu aer (sau chiar prin crearea unui circuit de apă prin pereții formei).
Aceste metode de răcire îmbunătățesc condițiile de lucru ale formei permanente metalice, prezentînd însă dezavantajul că păstrează o diferență mare de temperatură între fața exterioară și cea interioară a formei, ceea ce determină apariția crăpăturilor și cu timpul, deteriorarea formei.
Variația de temperatură se datorește faptului că la începutul turnării forma permanentă metalică va fi supusă la șoc termic, ridicîndu-se temperatura pentru un momemt și apoi coborînd-o pînă la turnarea următoare. Datorită turnării succesive forma ajunge la o anumită temperatură de lucru, temperatură care este cu atît mai scăzută cu cît se aplică o răcire mai intensă a formei. Aceste variații de temperatură, cît și șocul termic la care este supusă forma, sînt cu atît mai dăunătoare cu cît temperatura de regim este mai joasă. Pentru combaterea efectului dăunător al variației temperaturii și a șocului temic, în unele cazuri se renunță la răcirea formelor, păstrîndu-se o temperatură de regim cît mai înaltă și pentru care se merge pînă acolo încît în timpul întreruperii lucrului, formele permanente metalice se introduc în cuptoare speciale și se mențin la temperaturi egale cu temperatura de regim.
Pentru evacuarea aerului și gazelor din forme pe suprafețele interioare se prevăd mici canale de aerisire, care încep totdeauna din partea superioară a cavității piesei în poziția de turnare. La alegerea rețelei de turnare se va avea în vedere evacuarea aerului și a gazelor din formă, cît și faptul că la turnarea pieselor înalte se formează stropi, care duc la apariția rebuturilor, datorită picăturilor reci.

Scanned with OKEN Scanner

Centrarea formelor metalice în vederea asamblării se face cu ajutorul tijelor și șanțurilor de centrare.

Tijele de centrare se montează pe o jumătate de formă, pe cealaltă jumătate corespunzînd găuri de centrare. Șanțurile de centrare sînt adînciturі executate pe una din semiforme, iar pe cealaltă corespunzîndu-le ieșinduri.

Formele permanente metalice se asigură în vederea asamblării și menținerii în poziție închisă la turnare, cu ajutorul clemelor, formele mici, ale dispozitivelor cu contragreutate sau ale pistoanelor pneumatice (la închiderea și deschiderea pneumatică), formele mijlocii și mari (și chiar mici, la producția de serie mare). Închiderea și deschiderea formelor permanente metalice se face manual, cu ajutorul unei pîrghii sau mecanizat.

Piesele turnate se scot din forme cu ajutorul împingătoarelor. Aceste împingătoare se montează, de obicei, pe semiforma fixă și, după configurația formei, pot exista unul, sau mai multe împingătoare.

În fig. 3.11 se redă schematizat o formă metalică pentru execuția unei piese mai complicate. Pentru exemplificare, în fig. 3.12 se prezintă un piston și forma permanentă necesară realizării acestuia. În fig. 3.13 se prezintă forme metalice pentru execuția a patru piese mici din fontă. În fig. 3.14 și fig. 3.15 se prezintă formele permanente metalice pentru execuția unor robineți, respectiv unor elemente de legătură, utilizînd și miezuri din amestecuri de formare. Pentru detalierea modului de execuție a formelor permanente metalice, cu miezuri metalice (v. și fig. 3.12) în fig. 3.16 se detaliază o asemenea construcție. Se observă modul de funcționare a miezurilor metalice la turnarea unui piston de motor.

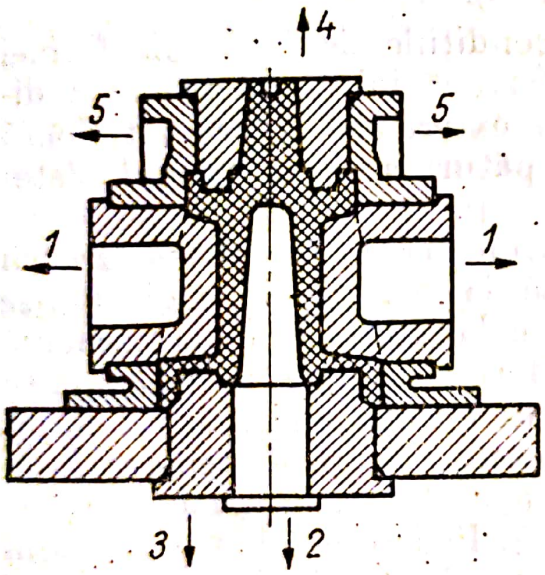
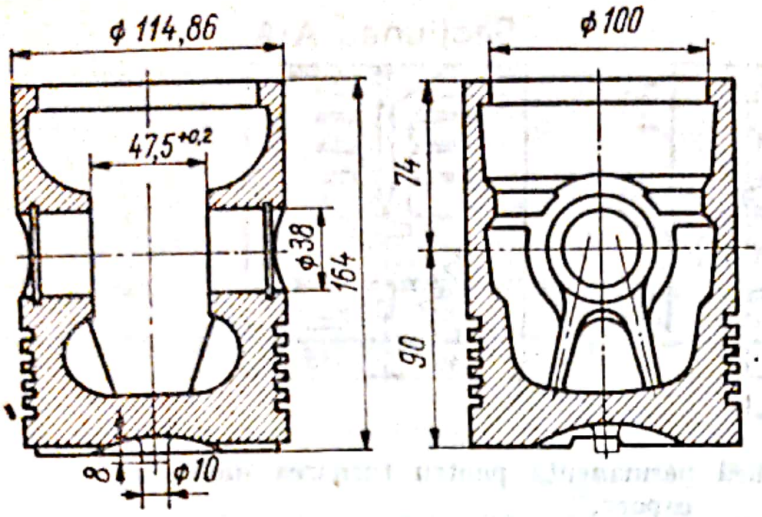


Fig. 3.11. Turnarea în forme metalice permanente a unui corp;
1 — părțile laterale; *2* — miez inferior; *3* — pastilă inferioară; *4* — pastilă superioară pentru turnare; *5* — parte laterală superioară.

Se atrage atenția și mai mult asupra necesității evacuării cît mai ușor cu putință a gazelor din cavitatea formei, din eventualele miezuri, precum și din vopseaua. Cele mai comode și sigure soluții sînt răsuflătoarele și canalele de aerisire.

Înainte de începerea turnării, formele metalice se preîncălzesc pînă la o anumită temperatură, în funcție de natură aliajului (de obicei 100—420°C). Preîncălzirea are rolul de a micșora șocul termic, precum și de

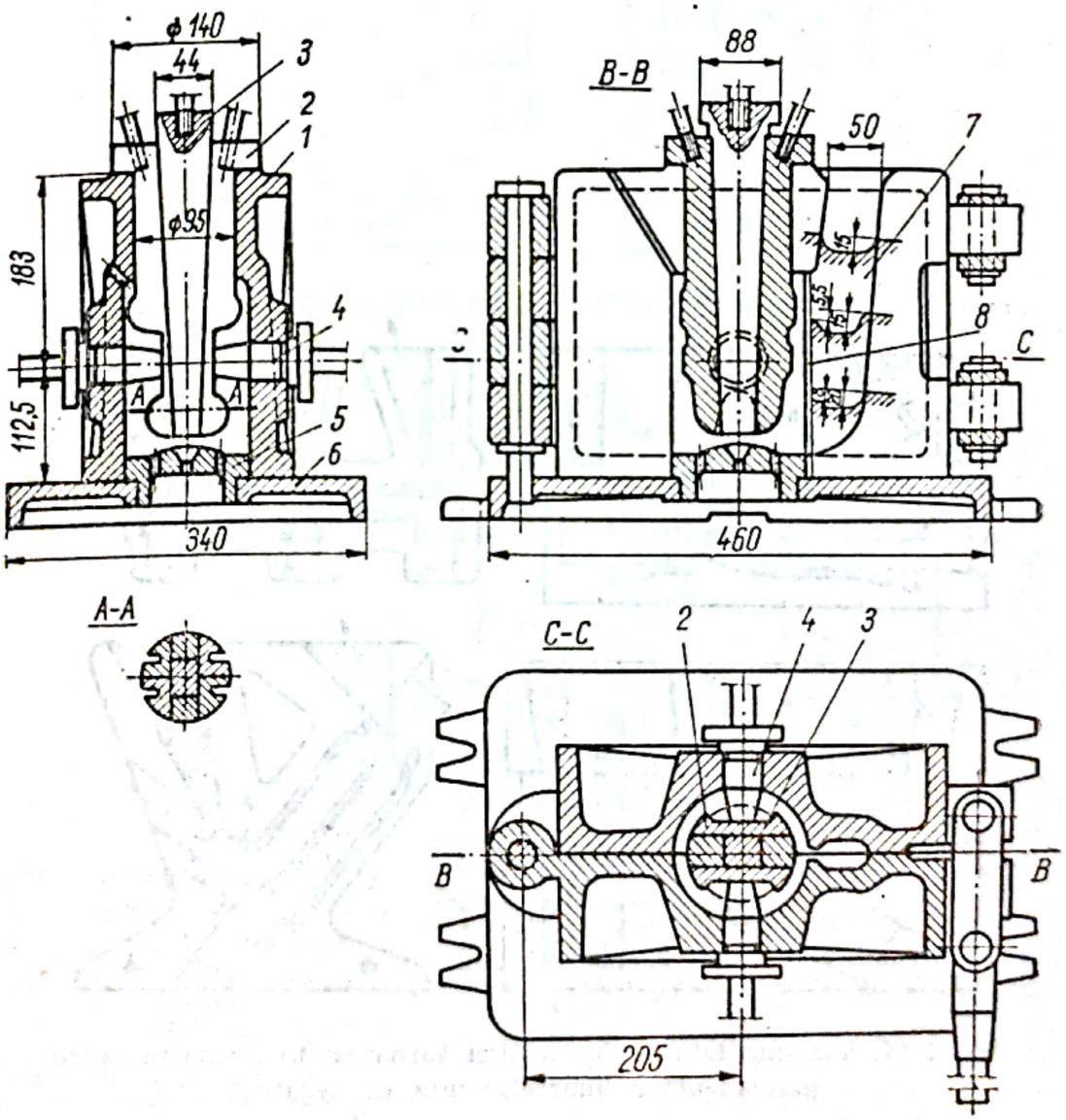
Scanned with OKEN Scanner



a

Fig. 3.12. Formă metalică pentru turnare de pistoane:

a — piese; *b* — formă; *1* — părți laterale; *2*, *3* și *4* — miezuri metalice; *5* — parte inferioară; *6* — placă de sprijin; *7* — rețeaua de turnare.



b

Scanned with OKEN Scanner

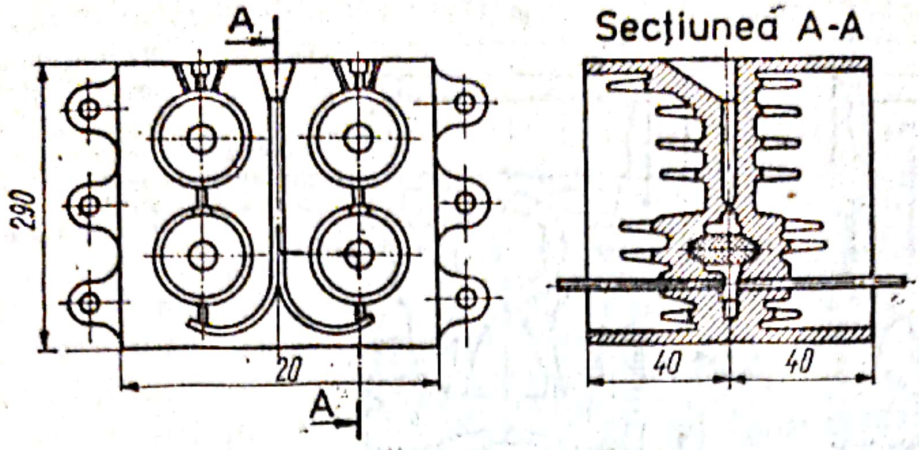


Fig. 3.13. Formă metalică permanentă pentru turnarea unor capace.

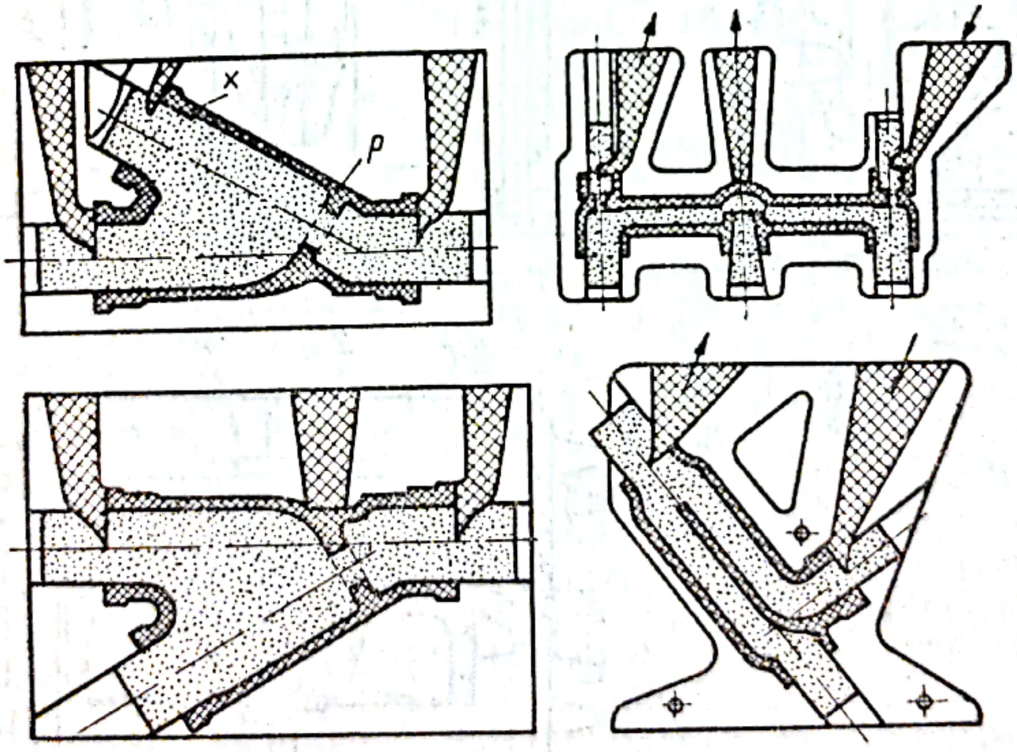


Fig. 3.14. Variante tehnologice pentru turnarea în forme metalice permanente a unor elemente de legătură.

Scanned with OKEN Scanner

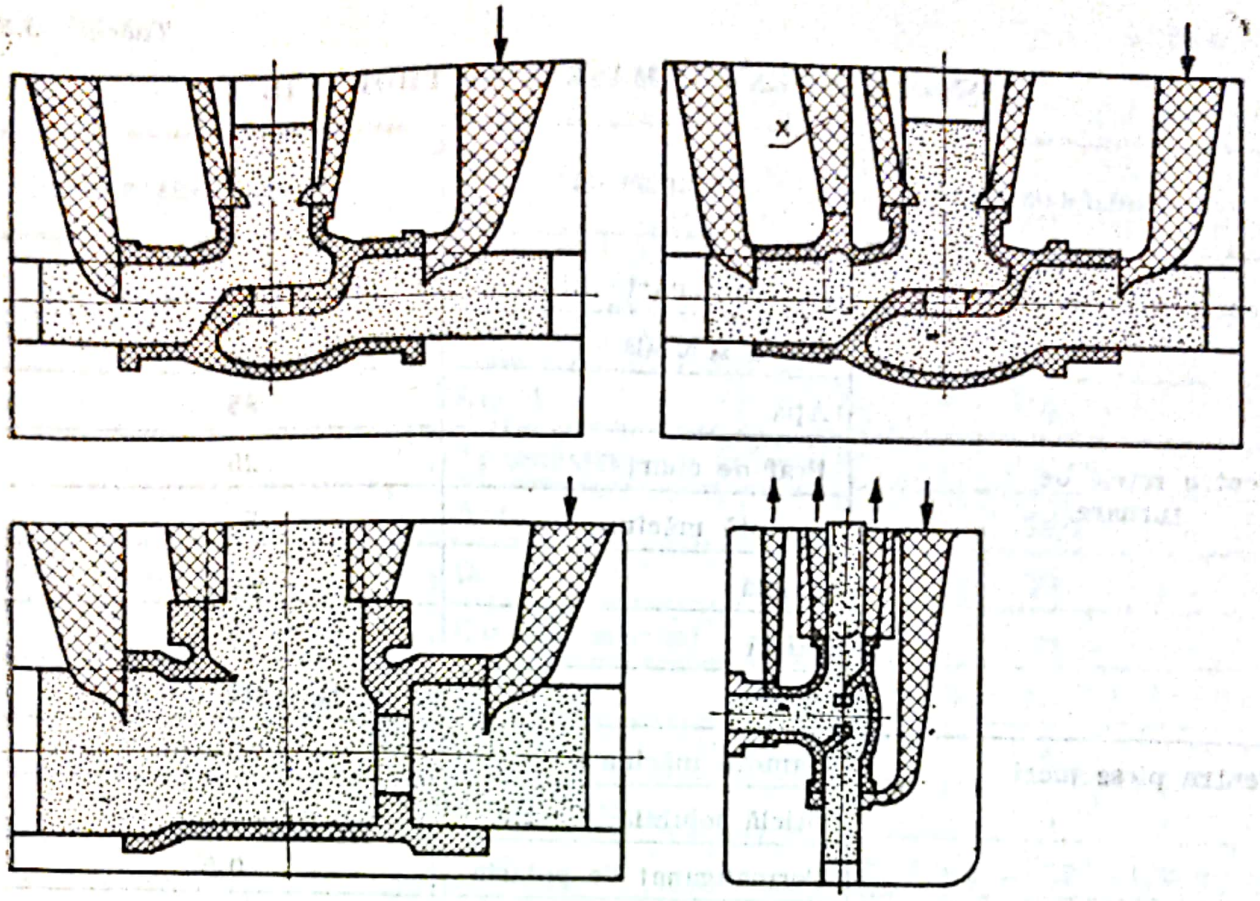


Fig. 3.15. Formă metalică cu miezuri pentru turnarea de robineți.

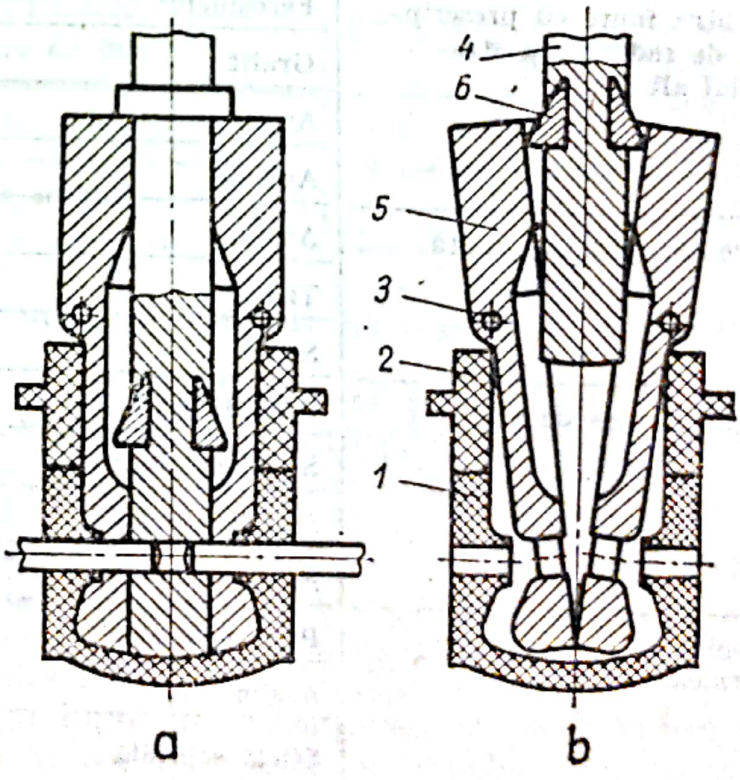


Fig. 3.16. Miezuri metalice la execuția în forme permanente a unui piston de motor:

a — miezurile în poziție de turnare; *b* — în poziție de scoatere; *1* — piston; *2* — parte superioară a formei metalice; *3* — loc de basculare; *4* — miez interior de blocare; *5* — miez interior; *6* — opritoare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.8

COMPOZIŢII PENTRU MASELE DE PROTECŢIE

Domeniul de aplicare	Componenţa	Conţinuturile, %
Pentru piese mici şi mijlocii	Praf de cuarţ	10—12
	Sticlă solubilă	3—5
	Apă	85
Pentru reţele de turnare	Praf de cuarţ	25
	Şamotă măcinată	35
	Argilă	25
	Sticlă	15
	Apă	Pînă la pastă
Pentru piese mari	Şamotă măcinată	35—45
	Sticlă solubilă	36
	Permanganat de potasiu	0,5
	Apă	30—40
Pentru fonte cu prescripţii de reducere a stratului albit	Ferosiliciu	35—40
	Grafit	30—35
	Argilă	4—5
	Apă	Pînă se obţine $\rho = 1{,}8$
Pentru piese de fontă	Argilă	40
	Talc	40
	Sticlă	20
Pentru piese de oţel	Praf de cuarţ	20
	Sticlă solubilă	5
	Acid boric	1
	Apă	74
Pentru repararea formelor	Praf de cuarţ	65
	Argilă	35
	Sticlă solubilă	Pînă la consistenţă de chit

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.9

VOPSELE PENTRU FORME METALICE

Domeniul de aplicare	Componente	Conținuturile, %
Peste masa de protecție	Negru fum	5
	Sticlă solubilă	10
	Argilă	5
	Permanganat de potasiu	0,05
	Apă	79,95
Peste masa de protecție	Cocs	20
	Cărbune măcinat	20
	Grafit	50
	Argilă	5
	Sticlă solubilă	5
	Apă	Pînă la $\rho = 1{,}25-1{,}35$ kg/dm
Pentru piese cu pereți subțiri	Cărbune	50
	Grăsime vegetală	50
Pentru piese din fonte	Negru de fum	54
	Argilă	23
	Leșie sulfitică	23

a reduce viteza de răcire a primelor piese și de a elimina gazele din vopseaua refractară.

Dimpotrivă, pentru răcirea formelor metalice se practică:

— mărirea suprafeței de radiație (v. fig. 3.13);
— răcirea cu aer comprimat;
— răcirea cu apă, eventual pulverizată;
— răcirea cu aer și cu apă.

Cu privire la protecția formelor permanente metalice se consideră necesar să se detalieze componentele chimice ale maselor refractare de protecție (tabelul 3.8) și ale vopselelor (tabelul 3.9).

Masele refractare au rolul de a diminua răcirea pieselor turnate în forme, de a proteja forma metalică de solicitare metalului lichid, de a forma

Scanned with OKEN Scanner

un strat uniform de protecție pe suprafața formei. Vopselele degajează gaze la contractul cu aliajul lichid și formează o peliculă care izolează forma metalică de aliajul lichid.

Forme permanente din grafit. Acestea se utilizează mai ales pentru executarea formelor permanente metalice. În plus, aceste forme permanente asigură suplimentar, față de formele metalice, și eliminarea stratului albit care se obține la turnarea fontei. În aceste forme permanente se pot turna piese din fonte, oțeluri și din aliaje neferoase, mai ales atunci cînd seria nu este satisfăcătoare pentru executarea unei forme metalice. O formă din grafit rezistă pînă la cel mult 500 turnări, după care se pot prelucra pentru execuția altor piese. Din acest punct de vedere este mai rațională execuția formelor din părți montabile într-un dispozitiv metalic. Pe măsură uzării vreunei părți, forma de grafit se înlocuiește parțial și nu integral.

Forme permanente metaloceramice. Amestecurile metaloceramice sînt alcătuite din 20—60 materiale nemetalice refractare pulverulente și 40—60% alice sau așchii mărunțite din fonte (sub 1,5 mm).

Forma se execută de obicei din două straturi: un strat de uzură (strat de lucru) și un strat de umplere. Ca materiale metalice refractare se utilizează:

— 20—25% azbest;
— 10—15% grafit;
— 15—20% argile refractare.

Ca liant se utilizează exclusiv silicatul de sodiu (cam 5—8%). Pentru îndesare optimă, formele se umezesc cu 7—8%. După executare, forma se usucă la 500°C și apoi se calcinează pînă la 900°C. Formele metaloceramice bine întreținute au durabilitate de 2—3 ori mai mare decît formele metalice (în plus, unele detalii deteriorate se pot repara cu același material și apoi se finisează la dimensiunile inițiale).

9.2. EXECUȚIA FORMELOR PERMANENTE PENTRU TURNAREA SUB PRESIUNE

Formele permanente pentru turnarea sub presiune sînt similare cu formele metalice pentru turnarea statică. Singura deosebire constă în faptul că ele sînt mai exact prelucrate, putînd permite realizarea unor suprapresiuni de turnare chiar și de 200—1500 daN/cm și cu viteze de turnare de 50—60 m/s. Turnarea sub presiune elimină principalul dezavantaj al turnării statice, adică al existenței unor părți neumplute. În plus, datorită acestor presiuni deosebite, aliajul umple pînă și cele mai mici detalii ale formei, ceea ce permite obținerea de piese complet finisate.

Scanned with OKEN Scanner

Prin această metodă se execută piesele cu cea mai mare precizie dimensională, cu suprafață netedă, de precizie aproape comparabilă cu unele tipuri de prelucrări prin așchiere.

Formele permanente de turnare sub presiune se execută de obicei din oțeluri aliate sau chiar înalt aliate. La executarea acestora se prescriu cele mai înalte clase de precizie pentru SDV-uri, datorită accidentelor pe care la poate genera o formă care nu este etanșă.

În prezent în asemenea forme se toarnă exclusiv aliajele neferoase, cel mai mult aliajele cu temperatură joasă de topire (aliaje pe bază de aluminiu, magneziu, zinc, plumb, staniu). În tabelul 3.10 se redau durabilitățile formelor permanente pentru turnarea sub presiune în funcție de tipul aliajului (bineînțeles durabilitățile sînt direct proporționale cu temperaturile de turnare).

Tabelul 3.10

TEMPERATURILE ȘI DURABILITĂȚILE FORMELOR METALICE PERMANENTE

Tipul aliajului	Temperatura de turnare °C	Numărul de turnări
Pe bază de Pb	250—300	Peste 500 000
Pe bază de Sn	274—350	Peste 500 000
Pe bază de Zn	420—550	200 000—250 000
Pe bază de Mg	700—750	20 000—75 000
Pe bază de Al	620—750	25 000—75 000
Pe bază de Cu	850—950	5 000—15 000

Se mai precizează că piesele turnate în asemenea forme au dimensiuni aproape identice (se realizează în clasele 4—5 de precizie) și rezistențe mecanice foarte mari (structuri fine).

După metoda de transmisie a presiunii asupra metalului lichid, mașinile pentru turnare sub presiune sînt:

— mașini de compresor (aliajul se deplasează sub efectul aerului comprimat);

— mașini cu piston (aliajul este presat cu ajutorul unui piston).

Scanned with OKEN Scanner

Cele mai utilizate sînt mașinile cu piston care, după felul cum au camera de presiune, se împart în:

— cu cameră de presiune caldă;

— cu cameră de presiune rece.

În fig. 3.17 se prezintă forma permanentă pentru turnarea sub presiune a unui capac din aliaj pe bază de zinc.

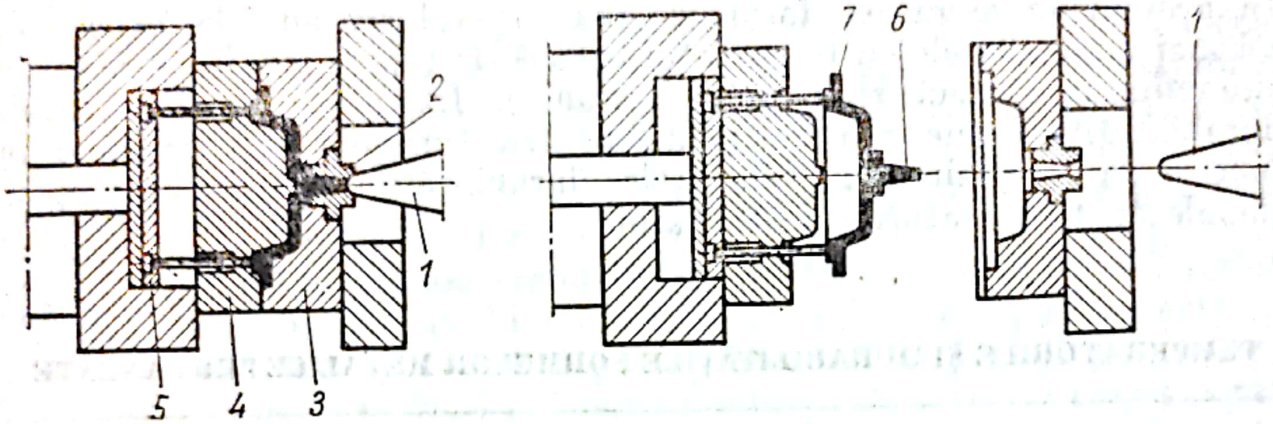


Fig. 3.17. Turnarea sub presiune a unui capac:

1 — orificiu; *2* — pastilă de turnare; *3* și *4* — forma permanentă; *5* — placa împingătoare; *6* — rețeaua de turnare; *7* — piesă.

Acest procedeu se pretează la cea mai avansată automatizare. Spre edificare în fig. 3.18 se prezintă instalația automatizată de turnare sub presiune de tip sovietic DU—5 (capacitate de dozare 0,2—8 kg de aluminiu), avînd înglobat în ea și un cuptor electric cu creuzet de 280 kg.

9.3. EXECUTAREA FORMELOR PERMANENTE PENTRU TURNAREA CENTRIFUGĂ

Spre deosebire de toate procedeele prezentate, această formă nu mai este staționară ci este rotită, fie după ax orizontal, fie după un ax vertical. Datorită forței centrifuge, aliajul lichid este proiectat pe pereții formei în rotație, ceea ce permite obținerea de piese cu gol cilindric, fără să mai fie nevoie de miezuri.

Lungimea și diametrul exterior al pieselor turnate sînt determinate de formă, iar grosimea, de aliajul turnat. Pentru aceeași formă, cu cît cantitatea de aliaj este mai mare cu atît grosimea tubului este mai mare, deci diametrul interior este mai mic.

Forța centrifugă, direct proporțională cu greutatea aliajului, viteza de rotație și invers proporțiomală cu raza formei, are influență asupra

Scanned with OKEN Scanner

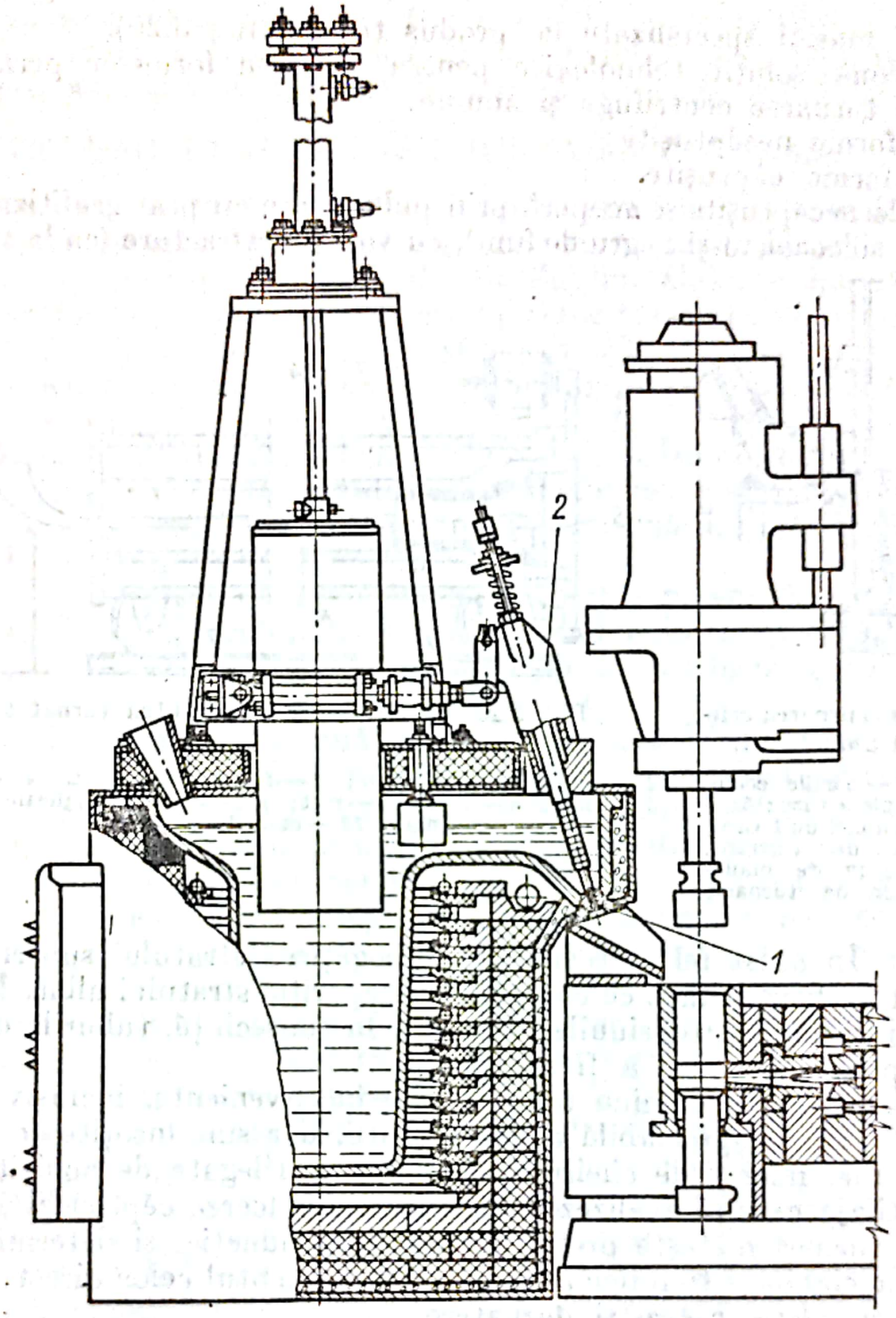


Fig. 3.18. Instalație automată de turnare sub presiune a aluminiului tip D4-5.

calității, similară cu forța de presare. În fig. 3.19 se prezintă construcția unei forme permanente pentru turnarea centrifugă a unei roți (centrifugare orizontală).

Scanned with OKEN Scanner

Există mașini specializate de produs tuburi (fug. 3.20).
Sînt două soluții tehnologice pentru folosirea formelor permanente pentru turnarea centrifugă și anume:
— cu forme necăptușite;
— cu forme căptușite.
Formele necăptușite se acoperă prin pulverizare cu praf grafitizat (ferosiliciu, silicocalciu și negru de fum), cu vopsele refractare (ca la turnarea

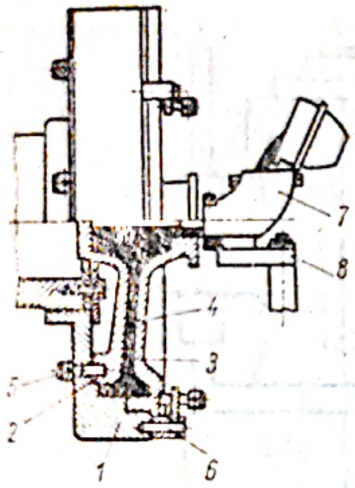


Fig. 3.19. Turnarea centrifugă a unei roți:

1, 2 și *4* — părțile cochiliei; *3* — piesa turnată; *5* și *6* — șuruburi de fixare; *7* — pîlnia de turnare; *8* — dispozitiv de manevrare bazin de turnare.

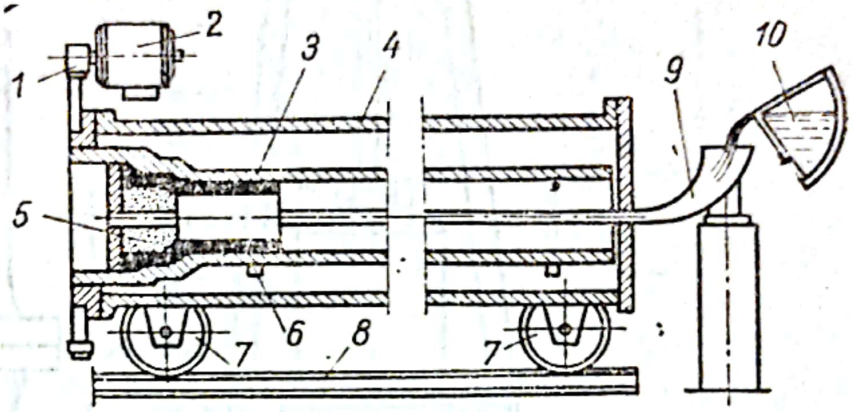


Fig. 3.20. Mașină centrifugă pentru turnat tuburi:

1 — reductor; *2* — motor; *3* — forma permanentă; *4* — carcasa; *5* — miez; *6* — role; *7* — roți; *8* — șina; *9* — jgheabul de turnare; *10* — oala de turnare.

statică). În acest fel se realizează îmbogățirea stratului superficial cu element grafitizat, fapt ce contribuie la apariția stratului albit. În acest mod nu se elimină tensiunile interne și în consecință, tuburile de fonte astfel produse se cer a fi recoapte.
Formele căptușite elimină toate aceste inconveniente, inclusiv contribuie la mărirea apreciabilă a durabilității, dar sînt însoțite de productivități mai mici și de cheltuieli suplimentare legate de achiziționarea unor utilaje care să realizeze căptușirea. Refacerea căptușelii înaintea fiecărei turnări mărește prețul de cost al producției și determină mărirea apreciabilă a timpilor auxiliari în detrimentul celor direct productivi de umplere, răcire și dezbatere.
Înseamnă că în primul caz, formele permanente nu se demontează de pe mașină decît în cazul deteriorării sau sau schimbării produsului, pe cînd în al doilea caz formele se înlocuiesc după fiecare turnare (timpul se reduce dacă se lucrează cu un lot de asemenea forme permanente care se pregătesc pe rînd, în timp ce într-o formă se toarnă metalul lichid.
Se precizează faptul că pentru obținerea unor piese turnate de calitate

Scanned with OKEN Scanner

trebuie să se stabilească pentru fiecare caz în parte, condiţiile optime de turnare, inclusiv temperatura formei, regimul de dezbatere, tehnologia de protecţie şi mai ales cantitatea şi temperatura metalului lichid.

9.4. FORME PERMANENTE PENTRU TURNAREA CONTINUĂ

Această metodă constă, în principiu, din turnarea metalului lichid într-o formă metalică răcită cu apă, denumită *cristalizator*.
În contact cu pereţii reci ai cristalizatorului, metalul se solidifică astfel că prin extragerea produsului din cristalizator şi prin turnarea continuă a metalului se pot obţine piese de orice lungime.
La turnarea continuă se impune respectarea următoarelor condiţii tehnologice:
— temperatura de turnare a fontelor şi oţelurilor lichide să fie cu 100—120°C mai înaltă decît temperatura de solidificare a metalului respectiv;
— variaţia temperaturii metalului, în timpul turnării, nu trebuie să depăşească 15—20°C;
— menţinerea în timpul turnării a unui debit constant de metal;
— răcirea cristalizatorului să se facă în mod uniform şi constant;
— extragerea produsului din cristalizator să se facă în mod continuu şi sincronizat, cu alimentarea cu metal lichid.
În general, turnarea continuă se aplică mai ales la turnarea oţelului, a pieselor profilate din aliaje neferoase, a tablelor din fontă şi din aliaje neferoase, precum şi a tuburilor de fontă (tuburile pentru canalizare), bucşe etc. Cristalizatorul pentru obţinerea acestor piese se compune dintr-o cămaşă metalică cu pereţii dubli, răcită cu apă şi dintr-un miez metalic de asemenea răcit cu apă. Miezul metalic are o uşoară conicitate în aşa fel încît metalul turnat prin contracţia din timpul solidificării să nu se blocheze în cristalizator sau să se fisureze.
La turnarea tuburilor (fig. 3.21, *a*) se folosesc şi miezuri din amestec de formare cu ajutorul cărora se realizează elementele de îmbinare a tuburilor. La turnarea bucşelor (fig. 3.21, *b*) nu se folosesc asemenea miezuri; pentru acţionare se folosesc cilindri de tragere, care sînt acţionaţi în corelaţie cu turnarea şi solidificarea metalului lichid.
Avantajele turnării continue sînt:
— se pot obţine piese cu lungimi foarte mari;
— se obţin produse foarte compacte, cu caracteristici mecanice superioare (în plus aceste produse sînt lipsite de sufluri sau de incluziuni nemetalice);
— se obţin suprafeţe de calitate superioară;
— se reduc complet retasurile şi porozităţile;
— se obţin procente reduse de rebut;
— se elimină reţeaua de turnare;
— se realizează cel mai ridicat coeficient de utilizare a metalului (chiar peste 95%).

Scanned with OKEN Scanner

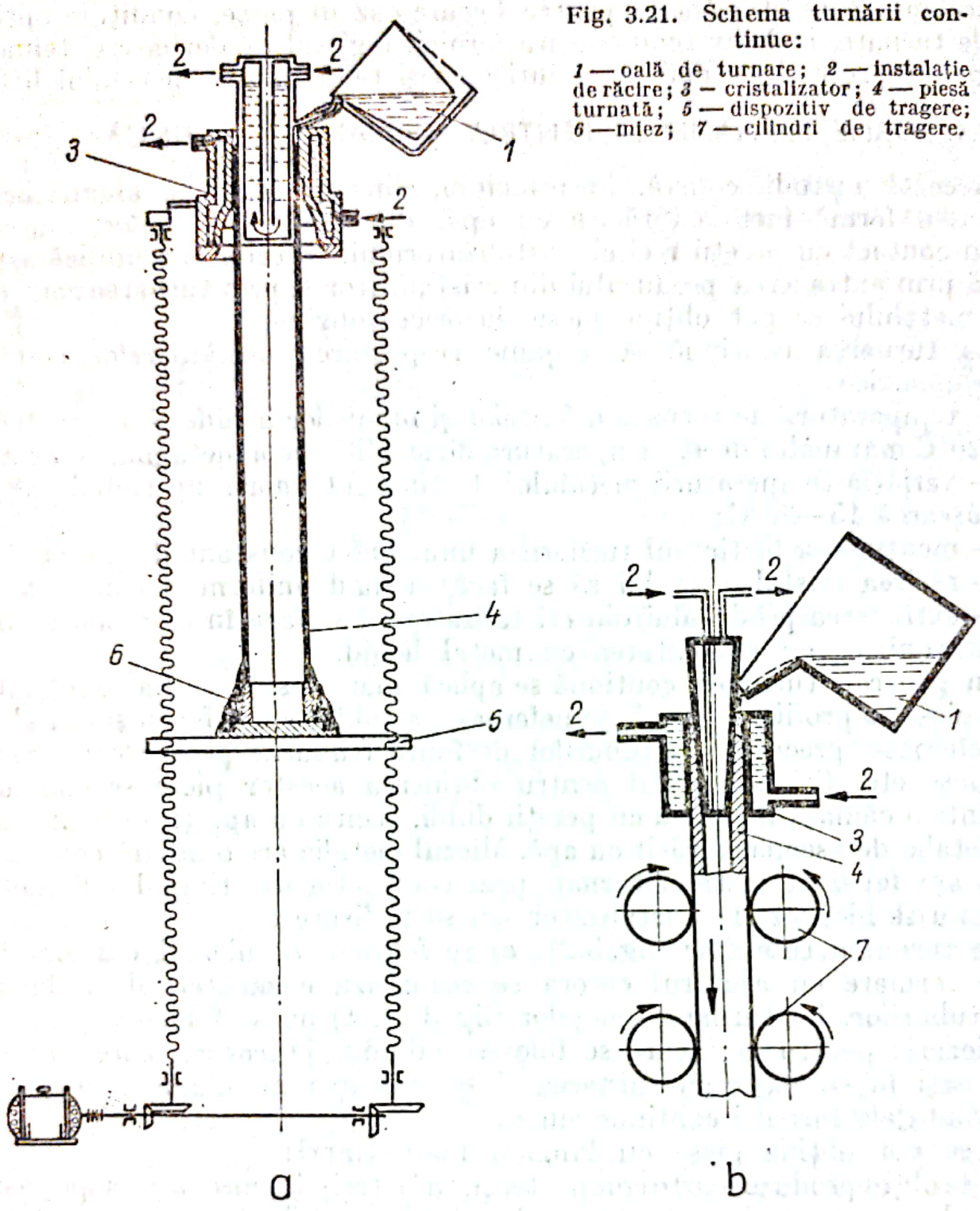


Fig. 3.21. Schema turnării continue:

1 — oală de turnare; *2* — instalație de răcire; *3* — cristalizator; *4* — piesă turnată; *5* — dispozitiv de tragere; *6* — miez; *7* — cilindri de tragere.

9.5. FORME PERMANENTE PENTRU TURNAREA PRIN ASPIRAȚIE

Acest tip de turnare este o variantă a turnării sub presiune. Forma este un cristalizator cu pereți dubli, de obicei din cupru răcit cu apă Diametrul interior al cristalizatorului este egal cu diametrul exterior.

Scanned with OKEN Scanner

al bucşei care se toarnă. Cristalizatorul este închis la partea de sus, putînd fi dus în legătură cu instalaţia de vid.
Această metodă constă în a aspira metalul în forme, prin acţiunea vidului creat în cavitatea cristalizatorului, după care se face vid. Datorită presiunii atmosferice care apasă asupra metalului şi a vidului din cavitatea cristalizatorului, metalul urcă şi umple forma. După solidificarea piesei turnate, încetează vidul, iar restul de metal lichid nesolidificat se scurge în creuzet. După această se ridică cristalizatorul, se mai menţine piesa pentru continuarea răcirii, apoi se evacuează piesa, iar cristalizatorul se aduce pentru reluarea ciclului.
Metoda are următoarele avantaje;
— metalul lichid umple forma liniştit, fără stropi, ceea ce înlătură pobilitatea pătrunderii peliculelor de oxizi în corpul piesei turnate;
— se măreşte coeficientul de folosire a metalului lichid prin eliminarea reţelei de turnare;
— se obţin suprafeţe curate direct din turnare.
În asemenea forme şi cu asemenea procedee nu se obţin decît piese simple, mici şi cu producţii specifice orare scăzute.

9.6. FORME PERMANENTE PENTRU TURNAREA PRIN MATRIŢARE ÎN STARE LICHIDĂ

Acest procedeu tehnologic poate fi considerat ca o îmbinare între turnarea sub presiune şi matriţarea la cald. Cu toate că metalul lichid se toarnă în stare lichidă, presarea lui are loc în momentul cînd este în stare păstoasă şi apoi în stare solidă. Acest lucru permite să se obţină piese turnate foarte compacte şi cu proprietăţi mecanice superioare.
În comparaţie cu turnarea în forme obişnuite, turnarea prin matriţarea metalului lichid în stare lichidă, prezintă următoarele avantaje:
— reducerea completă a reţelei de turnare şi a maselotelor; coeficientul de utilizare a metalului lichid este de 90—95%;
— asigură producerea pieselor cu pereţi foarte subţiri (0,5—1 mm).
Această metodă nu s-a extins încă, deoarece mai sînt de rezolvat o serie de probleme printre care:
— dozarea precisă a cantităţii de metal lichid introdus în formă;
— se pot produce accidente datorită stropilor care pot fi produşi la presare;
— deschiderea matriţei şi scoaterea piesei trebuie efectuată într-un timp scurt;
— curăţirea rapidă a matriţei de stropi etc.
Matriţarea metalului în stare lichidă se poate face în matriţe demontabile sau în matriţe nedemontabile.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul IV

ELABORAREA METALELOR ȘI ALIAJELOR

1. STRUCTURA ALIAJELOR TURNATE ÎN PIESE

Metalele sînt elemente chimice care au următoarele caracteristici specifice: luciu metalic, conductibilitate termică și electrică, ductilitate, maleabilitate, tenacitate. Aceste caracteristici la deosebesc pe cele 82 de metale de restul de 23 elemente nemetalice. Deși metalele au o importanță deosebită în viața de toate zilele, ele nu se utilizează decît foarte rar sub formă pură. Aceasta se explică prin faptul că sînt puține metale care au în același timp rezistența, duritatea, conductibilitatea electrică și tenacitatea corespunzătoare. Datorită celor prezentate, metalele s-au înlocuit cu aliaje. Aliajele metalice sînt substanțe rezultate din contopirea intimă a două sau mai multor elemente chimice, dintre care cel puțin unul, aflat în proporția cea mai mare în aliaj și numit component de bază, este un metal. Componentul de bază determină tipul de aliaj. Astfel, dacă componentul de bază este fierul, aliajele sînt numite aliaje feroase (fonte și oțeluri); dacă componentul de bază este aluminiul aliaje pe bază de aluminiu, dacă este cupru, aliaje pe bază de cupru etc. Datorită faptului că aliajele fierului au cea mai largă aplicare în practica industrială, aliajele metalice se împart în două mari grupe: aliaje feroase (aliaje pe bază de fier) și aliaje neferoase (aliajele care au drept component de bază celelalte metale în afară de fier).

1.1. STRUCTURA ALIAJELOR FEROASE

Cele mai utilizate aliaje feroase sînt aliajele fierului cu carbonul. În aliajele fier-carbon solidificate, carbonul se găsește fie dizolvat în fier (soluții solide), fie legat de acesta în compusul definit Fe_3C, numit cementită (care corespunde aliajului cu 6,67%C).

Scanned with OKEN Scanner

În aliajele Fe-C tehnice cu conținut mai ridicat de carbon, pe lîngă fier și carbon se află și siliciu ca element însoțitor; în condiții speciale de solidificare, carbonul se poate găsi și ca atare, sub formă de grafit.
Datorită faptului că în aliajele Fe-C carbonul se poate afla fie sub formă de cementită, fie sub formă de grafit, există două feluri de diagrame pentru acest sistem de aliaje:
— diagrama Fe-Fe C, diagrama metastabilă (fig. 4.1);
— diagrama Fe-grafit, diagrama stabilă.

Se precizează faptul că denumirile de metastabil și stabil provin de la faptul că cementita este mai puțin stabilă decît grafitul (în condiții speciale cementita se descompune în fier și grafit).

Majoritatea aliajelor fier-carbon cristalizează mai ușor după echilibru nestabil, deci după diagrama Fe—Fe_3C. Din această cauză cea mai mare importanță o are diagrama Fe—Fe_3C. Pe această diagramă se explică majoritatea proceselor care au loc la formarea structurii pieselor turnate și legate de ea, caracteristicile mecanice. Diagrama are pe orizontală conținutul de carbon, iar pe verticală temperatura. În interior există mai multe domenii delimitate de linii continue. Prin analiza microscopică a aliajelor dintr-un domeniu se constată prezența acelorași constituenți structurali. Acești constituenți care se observă la microscop sînt cantități diferite, fiind în funcție de compoziția chimică. În diagrama din fig. 4.1 se constată următorii constituenți structurali:
— *ferita*, soluție solidă de carbon în Feα, cu conținut foarte mic de carbon (sub 0,04%C); ea are o structură poliedrică; din aceste motive proprietățile ei sînt foarte apropiate de ale fierului tehnic pur, adică prezintă mare plasticitate și mică duritate (ferita este cel mai moale component al aliajelor fier-carbon);
— *austenita*, soluție de carbon în fier și poate dizolva mai mult carbon decît ferita, și anume pînă la 2% (punctul *E* din diagramă); și austenita are structură poliedrică și este moale și plastică; plasticitatea acestui constituent are importanță pentru prelucrarea acestor aliaje la temperaturi înalte (peste 723°C), prin deformare plastică;
— *cementita* compus definit (Fe_3C), foarte dură (peste 800 HB) și fragilă; aceste proprietăți caracteristice, cementita le imprimă tuturor constituenților în care intră; cementita apare în diagramă sub formă cementită primară și cementită secundară; cementita primară apare totdeauna sub formă de lamele de culoare albă; cementita secundară apare sub formă lamelară (lamele fine) sau globulară (nodule);
— *perlita*, amestec mecanic de ferită și cementită secundară, cu structură lamelară sau globulară; ca amestec de acești doi constituenți, perlita are proprietăți intermediare feritei și cementitei, adică: duritate medie și plasticitate satisfăcătoare; ea apare singură doar la aliajul cu 0,8%

Scanned with OKEN Scanner

— *ledeburita*, amestec mecanic care la temperatura ambiantă este formată din ferită şi cementită primară; ea apare singură numai în aliajul cu 4,3%C; ledeburita este un constituient deosebit de dur şi fragil; prezenţa ei în structura determină ca aliajele să nu se poată deforma sau să se deterioreze; de asemenea, din cauza durităţii foarte mari ledeburita nu poate fi prelucrată prin aşchiere.

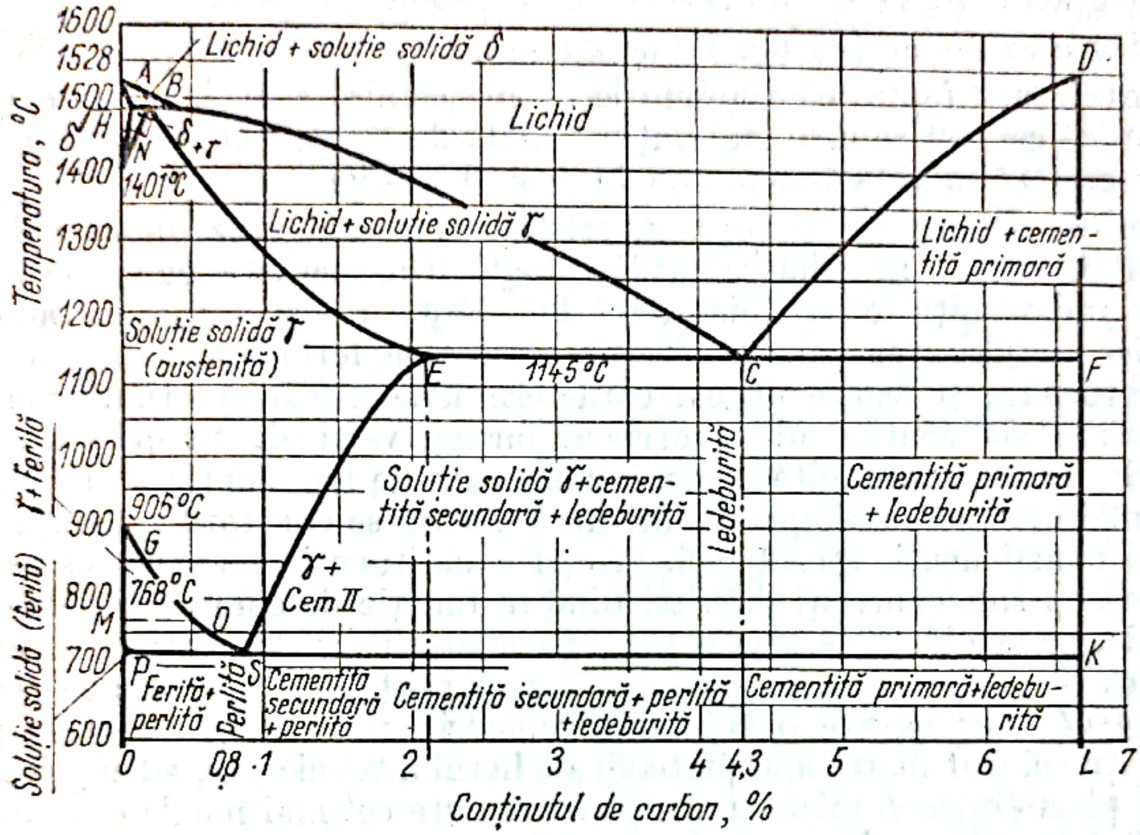


Fig. 4.1. Diagrama Fe-C.

Diagrama Fe-grafit, diagrama stabilă, este similară cu diagrama $Fe-Fe_3C$ stabilă, cu diferenţa deplasării în sus şi spre stînga a multora din liniile caracteristice. Diagrama stabilă este trasată numai în domeniul fontelor. În cazul acestei diagrame în locul cementitei, drept constituient structural apare *grafitul*. Grafitul se prezintă sub formă şi dimensiuni diferite fiind atît grafit primar (similar cu cementita primară), cît şi grafit secundar (rezultat, ca şi cementita secundară din descompunere). Deoarece la ruperea aliajelor, grafitul rezultat se transformă în praf, secţiunea respectivă a aliajelor se colorează întrucîtva şi se obţine o suprafaţă cenuşie. Din acest motiv astfel de aliaje se numesc cenuşii.

Sînt cazuri practice cînd aliajele solidifică atît după diagrama stabilă cît şi după diagrama metastabilă. Astfel de aliaje au combinaţie de structuri, adică aceea caracteristică din diagrama metastabilă (struc-

Scanned with OKEN Scanner

turi albe), cît şi aceea care se obţine din diagrama stabilă (structuri cenuşii); de aceea ruptura lor este cunoscută ca avînd structură pestriţă. Se consideră cunoscute domeniile caracteristice din diagramele metastabile şi stabile, modul de apariţie şi calcul şi proprietăţile caracteristicilor structurale cu diferitele tipuri de aliaje.

Clasificarea aliajelor Fe—Fe C. Conform diagramei de echilibru metastabile, aliajele Fe—Fe C se clasifică în:

— aliaje cu 0 —2,0%, oţeluri;

— aliaje cu 2—6,67%, fonte.

Oţelurile se caracterizează prin faptul că sînt forjabile, putînd fi deformate plastic la cald sau la rece, prin presare sau lovire, fără să se rupă. După conţinutul de carbon, oţelurile se clasifică în trei subgrupe:

— oţeluri hipoeutectoide, care conţin pînă la 0,8%C şi au în structură ferită şi perlită;

— oţeluri euctectoide, care conţin în jur de 0,8%C şi au structura formată din perlită;

— oţeluri hipereutectoide, care conţin între 0,8—2%C şi au structura formată din perlită şi cementită secundară.

Fontele albe se caracterizează prin aceea că nu sunt forjabile, sînt casante şi se prelucrează greu. Denumirea de fonte albe provine de la faptul că în spărtura proaspătă aceste aliaje au cristale de culoare albă-argintie. Atît culoarea în spărtură, cît şi fragilitatea fontelor albe se datoresc prezenţei cementitei primare în structură. Fontele albe se clasifică în în trei subgrupe:

— fonte albe hipoeutectice, care conţin între 2 şi 4,3 %C şi au structura formată din perlită cementită secundară şi ledeburită;

— fonte albe eutectice, care conţin în jur de 4,3%C şi au structura formată numai din ledeburită;

— fonte albe hipereutectice, care conţin între 4,3 şi 6,67%C şi au structructura formată din cementită primară şi ledeburită.

Calculul constituenţilor structurali ai aliajelor fier-carbon. Proporţia diferiţilor constituienţi structurali ai aliajelor fier-carbon se poate stabili nu numai prin analiză microscopică, ci şi pe baza regulii pîrghiei. După cum se cunoaşte din fizică, similar cu forţele, cu cît conţinuturile sînt mai apropiate de un punct caracteristic, cu atît în structură se găseşte mai mult respectivul constituient.

Astfel, pentru calculul cantităţilor de ferită şi cementită ale perlitei se calculează braţele pîrghiei astfel (v. fig. 4.1):

$$PS = 0{,}8 - 0 = 0{,}8:$$

$$SK = 6{,}67 - 0{,}8 = 5{,}87;$$

Scanned with OKEN Scanner

cementită: $m_c = \frac{0,8}{5,87 + 0,8} \cdot 100 = \frac{0,8}{6,67} 100 = 12\%$;

ferită: $m_F = 100\% - 12\% = 88\%$;

sau

$$m_F = \frac{5,87}{5,87 + 0,8} \cdot 100 = 88\%,$$

în care: m_c este proporţia de cementită în ferită;
m_F — proporţia de ferită în perlită.

Ledeburita este constituită din cementită şi austenită. Proporţiile constituienţilor se calculează aplicîndu-se, de asemenea, regula pîrghiei, astfel:

$$a = 4,3 - 2 = 2,3;$$

$$b = 6,67 - 4,3 = 2,37;$$

cementita: $m_c = \frac{2,3}{2,3 + 2,37} \cdot 100 = \frac{2,3}{4,67} \cdot 100 = 48,6\%$

austenita: $m_A = 100\% - 48,6\% = 51,4\%$;

sau

$$m_A = \frac{2,37}{4,67} \cdot 100 = 51,4\%.$$

Aplicîndu-se regula pîrghiei pentru fiecare din aliajele fier-carbon se pot stabili cantităţile diferiţilor constituienţi structurali.

Exemplul nr. 1. Conform fig. 4.1 o fontă hipoeutectică cu 3% C are în structură la temperaturi înalte (peste 723°C) austenită, ledeburită şi cementită secundară. Sub această temperatură, austenita din ledeburita se descompune în ferită şi cementită. În consecinţă se poate considera că şi ledeburita descompusă conţine aceşti doi constituienţi. Braţele pîrghiei sînt (v. fig. 4.1):

$$a = 4,3 - 3,0 = 1,3;$$

$$b = 3,0 - 2,0 = 1;$$

austenita: $m_A = \frac{1,3}{1,3 + 1} \cdot 100 = 58\%$;

ledeburita: $m_L = \frac{1,3}{1,3 + 1} \cdot 100 = 42\%$.

Scanned with OKEN Scanner

Aplicînd regula pîrghiei pentru stabilirea raportului de perlită și cementită care rezultă din descompunerea austenitei cu 2% C se obține:

$$a = 6{,}67 - 2 = 4{,}67;$$

$$b = 2 - 0{,}8 = 1{,}2;$$

perlita: $m_P = \frac{3{,}67}{4{,}67 + 1{,}2} \cdot 100 = \frac{4{,}67}{5{,}87} \cdot 100 = 78{,}5\%;$

cementita: $m_c = \frac{1{,}2}{4{,}67 + 1{,}2} \cdot 100 = 21{,}5\%.$

Aplicînd această față de proporția de 58% de austenită rezultă:

Perlita: $m_P = 58 \cdot \frac{78{,}5}{100} = 45{,}5\%;$

Cementită: $m_c = 58 \cdot \frac{21{,}5}{100} = 12{,}5\%.$

Față de proporția de 42% de ledeburită, rezultă:

Cementită: $m_c = 42 \cdot \frac{48{,}6}{100} = 20{,}4\%;$

Austenită: $m_A = 42 \cdot \frac{51{,}4}{100} = 21{,}5\%.$

Pe considerații similare se determină cantitățile de cementită din austenita ledeburitei, astfel:

Perlită: $m_P = 21{,}5 \cdot \frac{78{,}5}{100} = 16{,}9\%;$

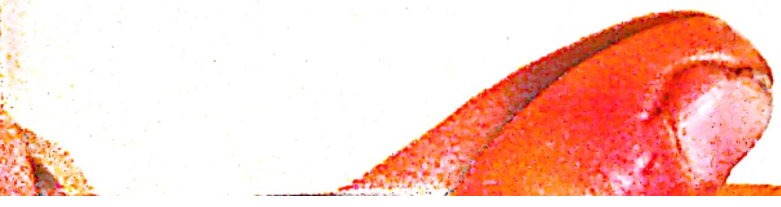
Cementită: $m_c = 21{,}5 \cdot \frac{21{,}5}{100} = 4{,}62\%.$

Însumînd pentru întregul aliaj, rezultă:

Perlită: $m_P = 45{,}5\% + 16{,}9\% = 62{,}4\%;$

Cementită: $m_c = 12{,}5\% + 4{,}62\% + 20{,}4\% + = 37{,}5\%.$

Acest calcul dovedește că în aliajul cu 3% C (fonta albă hipoeutectică) raportul dintre cantitatea de ferită și cementită este de aproximativ $\frac{3}{2}$. Și problema inversă este ușor de rezolvat, adică dacă se cunosc



Scanned with OKEN Scanner

constituenţii şi proporţiile dintre ei se poate stabili conţinutul de carbon din aliaje, respectiv se poate indica prin studiul microscopic conţinutul elementului principal de aliere (carbonul) din fonte.

Exemplul nr. 2. În diagrama fier-carbon, la temperaturi obişnuite, cu oţelurile hipoeutectoide se întîlnesc doar doi constituienţi structurali: ferita şi perlita. Pentru a se putea stabili proporţiile celor doi constituenţi, într-un oţel cu 0,25% C se aplică tot regula pîrghiei. Astfel, braţele pîrghiei sînt:

$$a = 0{,}8 - 0{,}25 = 0{,}55;$$

$$b = 0{,}25 - 0 = 0{,}25;$$

$$\text{Ferita: } m_F = \frac{0{,}55}{0{,}55 + 0{,}25} \cdot 100 = 68{,}75\%;$$

$$\text{Perlita: } m_P = \frac{0{,}25}{0{,}55 + 0{,}25} \cdot 100 = 31{,}25\%.$$

În consecinţă, raportul dintre ferită şi perlită este de aproximativ 2,2. Aceasta înseamnă că un oţel cu 0,25% C prezintă în structură cam două părţi ferită şi o parte perlită. Şi în cazul oţelurilor, prin analiza microscopică, se pot obţine date suficient de bune cu privitre la conţinutul aproxinativ de carbon.

Corelaţia dintre constituenţi şi proprietăţile aliajelor fier-carbon. Constituenţii principali ai aliajelor fier-carbon (ferita, perlita, cementita secundară, ledeburita, cementita primară) au caracteristici fizico-mecanice. Dacă în structură apare cu preponderenţă ferita, respectivul aliaj este caracterizat prin mare plasticitate şi mică duritate; dimpotrivă, dacă predomină perlita, aliajul este mai puţin plastic, dar mai rezistent şi dur. Aliajele în care se găseşte cementită secundară şi perlită, se caracterizează prin duritate mare şi chiar fragilitate. Este evident că în prima grupă de aliaje se regăsesc hipoeutectoide cu conţinuturile scăzute de carbon. Aliajele rezistente şi dure, dar mai puţin plastice, sînt oţelurile eutectoide şi cele din vecinătatea lor; ultimele aliaje sînt în fond oţelurile hipereutectoide.

Tot similar se pot aprecia şi proprietăţile fontelor. Astfel, conform aceleeaşi fig. 4,1, fontele hipoeutectice conţin, pe lîngă ledeburită, cementită secundare şi perlită. Fontele hipereutectice, din punctul de vedere structural, se deosebesc faţă de primele prin prezenţa cementitei primare şi absenţa perlitei şi a cementitei secundare. Se poate deci simplifica analiza acceptînd că fontele hipoeutectice, peste ceilalţi constituenţi structurali, conţin perlite, iar acelea hipereutectice conţin cementită primară. Cum perlita este mai puţin dură şi fragilă

Scanned with OKEN Scanner

decît cementita primară, înseamnă că fontele hipereutectice sînt mai puțin dure și fragile decît fontele hipereutectice. Prezența ledeburitei și a cementitei primare fac din aceste fonte aliaje cu utilizări limitate în tehnică. Similar trebuie să se înțeleagă și diferențele dintre oțelurile hipereutectoide și fontele eutectice, adică prezența perlitei față de ledeburită. Înseamnă că fontele albe respective sînt mai dure și mai puțin tenace decît oțelurile avute în comparație.
Fontele albe utilizate industrial, datorită acestor fragilități și unor dificultăți în prelucrare au utilizare doar la realizarea pieselor rezistente la uzură.

Aliajele binare Fe-C și aliajele tehnice. Atît în diagrama metastabilă cît și în diagrama stabilă, oțelurile și fontele sînt tratate cu simple aliaje binare. În realitate, asemenea aliaje nu se întîlnesc decît extrem de rar, adică în cadrul încercărilor de laborator. Oțelurile și fontele tehnice conțin, în afară de carbon și alte elemente însoțitoare (siliciul, manganul, fosforul și sulful). Deși în cantități mici, acestea influențează într-o oarecare măsură structura și proprietățile oțelurilor și fontelor. Cu cît conținuturile sînt mai mari , cu atît această influență este mai mare. De aceea, oțelurile și fontele turnate se vor analiza ca aliaje complexe.

1.2. STRUCTURA ALIAJELOR NEFEROASE

Metalele și aliajele neferoase au o utilizare din ce în ce mai largă în industrie. Metalele neferoase se utilizează atît singure cît și sub formă de aliaje. Cel mai mult se utilizează:
— aluminiul și aliaje de bază de aluminiu;
— cuprul și aliaje pe bază de cupru;
— aliaje pe bază de magneziu;
— aliaje pe bază de zinc;
— aliaje pe bază de staniu și plumb;
— aliaje pe bază de titan;
— aliaje pe bază de nichel.

Structura aluminiului și a aliajelor pe bază de aluminiu. Aluminiul în stare pură are greutate specifică mică, rezistență mare la coroziune, plasticitate mare și rezistență mare la șoc.
Prin aliere cu diferite elemente (cupru, siliciu, magneziu) se amplifică rezistența mecanică a aluminiului. Asemenea aliaje de turnătorie sînt:
— aliaje de bază de aluminiu de cupru (duraluminiu);
— aliajele pe bază de aluminiu cu siliciu se numesc siluminuri; siluminurile au structuri diferite, dar uneori, chiar eutectice;
— aliaje pe bază de aluminiu cu magneziu.

Scanned with OKEN Scanner

În unele aliaje pe bază de aluminiu se formează compuşii definiţi ce se pot dizolva şi precipita prin îmbătrînire.

Structura cuprului şi a aliajelor pe bază de cupru. Cuprul, în stare pură, este rezistent la coroziune, maleabil şi are conductibilitate termică şi electrică mare. În stare pură, cuprul are mică rezistenţă la tracţiune şi duritate. Structura cuprului tehnic pur este aceea caracteristică metalelor, adică poliedrică.
Proprietăţile cuprului se îmbunătăţesc prin aliere cu alte elemente ca: fierul, staniul, beriliul, nichelul.
Astfel, se obţin:
— aliajele pe bază de cupru cu zinc, care se numesc *alame*; în funcţie de conţinutul de zinc, acestea sînt: alame *moi*, care conţin 10—30%Zn alame *pentru presare*, cu 30—40% Zn şi alame *dure*, cu 40—45% Zn; alamele moi sînt soluţii solide de zinc în cupru; alamele dure au în structură, pe lîngă soluţia solidă obişnuită şi o altă soluţie dură şi fragilă. Alamele utilizate la turnare conţin 35—40% Zn sau se mai aliază cu plumb, mangan sau fier (alamele speciale);
— aliaje pe bază de cupru cu staniu se numesc *bronzuri cu staniu*; în funcţie de conţinutul de staniu se elaborează bronzuri moi (4—6% Sn), care au în structură doar soluţie solidă, şi bronzuri dure (10—20% Sn) care au pe lîngă soluţia solidă, şi un compus definit dur şi fragil; dacă elementul de aliere este aluminiul, bronzul se numeşte bronz cu aluminiu; cînd elementul de aliere este beriliul, bronzuri cu beriliu; acestea pot fi alcătuite din soluţie solidă şi un compus definit ce poate fi pus şi el în soluţie (din acest motiv aceste tipuri de bronzuri se extind în ultimul timp);
— aliaje pe bază de cupru cu nichel care nu se utilizează în stare turnată, fiind folosite doar ca rezistenţe electrice.

Structura aliajelor pe bază de magneziu. Magneziul este un metal foarte uşor, moale şi are plasticitate mai redusă. Nu se foloseşte singur, din cauza posibilităţii de autoaprindere şi de aceea se şi aliază cu aluminiu, zinc, mangan. Ca aliaje turnate se utilizează aliaje pe bază de magneziu cu aluminiu, cu zinc şi cu mangan. Aceste aliaje au în structură soluţii solide şi unii compuşi definiţi solubili.

Structura aliajelor pe bază de zinc. Zincul tehnic nu se foloseşte la turnarea pieselor. Acesta se utilizează sub formă de aliaje cu aluminiu, cu cupru, sau cu aliaje cu aluminiu şi cu magneziu. Cele mai cunoscute sînt însă zamacurile (aliaje pe bază de zinc, cu aluminiu şi cupru).

Structura aliajelor pe bază de staniu şi plumb. Staniul şi plumbul nu se utilizează în stare turnată. Aceste metale se folosesc pentru obţinerea unor tipuri de aliaje, ca: aliaje antifricţiune, numite compoziţii pentru

Scanned with OKEN Scanner

lagăre. Structura acestor aliaje este alcătuită din compuși definiți, duri, încorporați într-o masă moale, formată din eutectic; o astfel de structură se obține la aliajele antimoniu-staniu-cupru sau la aliajele staniu-plumb-antimoniu;

— aliaje de lipit, care se obțin din staniu-plumb;

— aliaje tipografice, care sînt aliaje pe bază de plumb cu antimoniu sau aliaje ternare (plumb-stibiu-staniu).

Structura aliajelor pe bază de titan. Caracteristicile mecanice și proprietățile anticorozive ale aliajelor cu baza de titan prezintă un interes deosebit pentru industria modernă, mai ales pentru construcții aerospațiale Utilizarea aliajelor cu bază de titan în locul oțelurilor speciale ale avioanele cu reacție sau pentru nave, permite reducerea apreciabilă a greutății acestora.

Structura aliajelor pe bază de nichel. Nichelul se utilizează mai ales sub formă de aliaje de tipul binar, aliaje cu bază de nichel cu cupru. Celelalte aliaje (Ni-Cu-Zn, Ni-Cu-Mn, Ni-Cr, Ni-Fre) prin proprietățile lor deosebite au utilizări specifice, mai ales sub formă de produse laminate. Unele aliaje au rezistențe de rupere și plasticitate ridicate și mare rezistență la acizi și temperaturi înalte. Aceste aliaje au în structură un singur constituent structural și de aceea din ele se execută piese pentru industria chimică și aparatură medicală.

2. COMPOZIȚIILE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALIAJELOR TURNATE ÎN PIESE

În continuare se vor detalia, pe structura subcapitolului anterior, compozițiile și caracteristicile mecanice ale aliajelor turnate în piese.

2.1. COMPOZIȚIILE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE OȚELURILOR TURNATE ÎN PIESE

Oțelurile turnate în piese se elaborează în cea mai mare măsură cu cuptorul electric (cu arc sau cu inducție). Oțelurile tehnice mai conțin, pe lîngă carbon, și elemente însoțitoare: 0,05—0,35% Si, 0,05—0,80% Mn, 0,01—0,06% S și 0,01—0,06% P. Oțelurile turnate se clasifică după mai multe criterii. În funcție de compoziția chimică sînt:

— oțeluri nealiate (numite oțeluri carbon turnate), care conțin numai fier, carbon și elemente însoțitoare în conținuturile menționate;

— oțeluri aliate care, pe lîngă fier, carbon și elemente însoțitoare, conțin și elemente adăugate în mod intenționat, elemente de aliere (Cr, Ni, W, Mo, V, Ti etc).
După destinație, sînt:
— oțeluri turnate pentru construcția de mașini;
— oțeluri turnate cu destinație specială.
Oțelurile carbon turnate în piese sînt oțeluri moi sau semidure. Aceste aliaje se recomandă la execuția pieselor de la care se cere și o anumită plasticitate, tenacitate și rezistență. În conformitate cu prevederile STAS 600-74 în tabelul 4.1 se redau, tipurile din oțeluri carbon turnate în piese, indicîndu-se principalele caracteristici și compozițiile chimice. Oțelurile aliate turnate în piese se folosesc ca oțeluri slab aliate sau aliate. Aceste oțeluri sînt standarduzate în STAS 1773-76, STAS 6855-75 și STAS 3718-76. În tabelul 4.2 se redau, centralizat, aceste tipuri de oțeluri turnate, indicîndu-se atît caracteristicile mecanice cît și compozițiile chimice.

2.2. COMPOZIȚIILE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE FONTELOR TURNATE ÎN PIESE

În construcțiile de mașini se folosesc pe scară largă piesele turnate din fontă.
Clasificarea fontelor. Fontele turnate în piese se clasifică după mai multe criterii:
Primul criteriu este din punct de vedere al pozițiilor în diagrama de echilibru Fr-C. Al doilea criteriu este al rupturii:
— fonte albe;
— fonte pestrițe
— fonte cenușii.
Fontele albe conțin proporții mai mici de elemente însoțitoare (în special siliciu) și au carbonul legat sub formă de cementită. Din aceste tipuri de fonte se produc fontele care se supun maleabilizării. Fontele pestrițe nu au utilizări specifice și se obțin în zonele de trecere de la fontele albe la fontele cenușii. Fontele cenușii conțin proporții mai mari de siliciu (peste 1,5% Si) și au carbonul sub formă liberă, de grafit (grafit lamelat sau nodular). Fonta cenușie are în structură grafit și o masă metalică de bază. Structura masei metalice poate fi:
— perlitică;
— perlito-feritică;
— ferito-perlitică;
— feritică.
Alt criteriu de clasificare a fontelor este din punctul de vedere al formei grafitului:
— cu grafit lamelar;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.1

CARACTERISTICILE ŞI COMPOZIŢIILE CHIMICE ALE OŢELURILOR CARBON TURNATE ÎN PIESE (STAS 600-74)*

Marca *)	Compoziţia chimică, %							Caracteristici mecanice					
	C	Mn	Si	S, maximum		P, maximum		Rezistenţa rupere la tracţiune kgf/mm² (N/mm²)	Limita de curgere kgf/mm² (N/mm²)	Alungirea A5 min %	Gîtuirea Z, % max	Rezilienţa da N m/cm²	*HB*, (Informativ)
				Cuptor acid	Cuptor bazic	Cuptor acid	Cuptor bazic						
OT 40	0,18—0,20	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045 (0,5)	0,06 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,06)	40 (390)	20 (200)	20	35	5,0	110
OT 45	0,20—0,30	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045 (0,5)	0,06 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,06)	45 (440)	24 (240)	18	30	4,0	124
OT 50	0,30—0,40	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045 (0,5)	0,06 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,06)	50 (490)	28 (270)	15	25	3,5	138
OT 55	0,35—0,45	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045 (0,5)	0,06 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,06)	55 (540)	32 (310)	12	21	3,0	153
OT 60	0,40—0,50	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045 (0,5)	0,06 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,06)	60 (590)	35 (340)	10	18	2,5	169
OT 70 **	0,50—0,60	0,4—0,8	0,25—0,5	0,045	0,06	0,04	0,05	70 (690)	42 (410)	6	—	—	179

OBSERVAŢII: *) Se clasifică şi se simbolizează după cum se garantează;

— rezistenţa de rupere la tracţiune şi alungire — grupa 1 (exemplu, OT 40—1, OT 60-1)

— idem, dar şi limita de curgere — grupa 2 (exemplu, OT 40-2, OT 60-2,

— idem, dar şi rezistenţa sau gîtuirea la rupere — grupa 3 (exemplu) OT 40-3)

**) La oţelul OT 70 nu există grupa 3 E(deci există decît OT 70-1 şi OT 70-2)

Scanned with OKEN Scanner

CARACTERISTICI ŞI COMPONENTE CHIMICE

(STAS 1773-76, STAS

Marca	Compoziţia					
	C	Mn	Si	P, max.	P, max,	Cr
1	2	3	4	5	6	7
T 20 Mn 14	0,15—0,25	1,2—1,6	0,2—0,45	0,04	0,04	max. 0,3
T 35 Mn 14	0,3—0,4	1,2—1,6	0,2—0,45	0,04	0,04	max. 0,3
T 40 Mn 11	0,35—0,45	1 —1,3	0,2—0,45	0,04	0,04	max. 0,3
T 30 Si Mn 12	0,25—0,35	1,1—1,4	0,5—0,8	0,04	0,04	max. 0,3
T 40 Mn Ni 07	0,35—0,45	1 —1,2	0,2—0,45	0,04	0,04	max. 0,3
T 34 Mo Cr 09	0,3—0,38	0,5—0,8	0,2—0,45	0,04	0,04	0,8—1,1
T35 Mo9 Cr Ni 08	0,3—0,4	0,5—0,8	max. 0,45	0,03	0,03	0,6—1,0
T 26 VSi Mn 14	0,22—0,3	1,2—1,6	0,6—0,9	0,04	0,04	max. 0,3
T 20 Ti Mn 12	0,16—0,24	1,0—1,3	0,6—0,8	0,03	0,03	max. 0,3
T35SiCrMn11 *)	0,3—0,4	1 —1,3	0,5—0,8	0,04	0,04	0,6—0,9
T 30MoCrNi14 *)	0,25—0,35	0,4—0,9	0,2—0,45	0,04	0,04	1,3—1,6
T40TiCrNi17 *)	0,35—0,45	0,4—0,9	0,2—0,45	0,04	0,04	0,7—1,0
T12VMoCuCrNi16 *)	0,1—0,18	0,3—0,55	0,2—0,45	0,03	0,03	1,2—1,7
T40VMn17 *)	0,35—0,45	1,6—1,9	0,2— × 0,45	0,03	0,04	max. 0,3
T12C130	max. 0,15	max. 0,6	max. 0,7	max. 0,035	max. 0,3	12—14
T22Cl30	0,16—0,24	max. 0,6	max. 0,7	max. 0,035	max. 0,3	12—14
T40SC130	0,3—0,5	max. 1	2—3	max. 0,035	max. 0,03	12—14
T75SC280	0,5—1	0,5—0,8	0,5—0,8	max. 0,10	max. 0,08	26—30
T12MSNC180	max. 0,15	max. 2,0	0,5—2,0	max. 0,035	max. 0,03	17—19

*) Oţelurile se elaborează la înţelegere cu producătorul

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 42.

ALE OȚELURILOR ALIATE TURNATE ÎN PIESE

6855-79 și STAS 3718-76)

chimică, %					Starea (călit + + revenit)	Rezistența la rupere N/mm² (kgf/mm²)	Alungirea %	HB
Ni	Mo	Cu	Ti	V				
8	9	10	11	12	13	14	15	16
max. 0,3	—	max. 0,3	—	—	C+R	640—880 (65—90)	14	190
max. 0,3	—	max. 0,3	—	—	C+R	590—830 (65—85)	14	174
max. 0,3	—	max. 0,3	—	—	C+R	640—880 (65—90)	16	190
max. 0,3	—	max. 0,3	—	—	C+R	640—880 (65—90)	14	190
0,6—0,9	—	max. 0,3	—	—	C+R	640—880 (65—90)	16	190
max. 0,3	0,2—3	max. 0,3	— —	— —	C+R	640—880 (65—90)	12	190
0,6—1,0	0,15—1,25	max. 0,3	—	—	C+R	740—930 (75—95)	15	220
max. 0,3	—	max. 0,3	—	0,07—0,15	C+R	690—830	11	204
max. 0,3	—	max. 0,3	0,04 0,08	—	C+R	540—880 (70—80)	18	160
max. 0,3	—	max. 0,3	—	—	C+R	780—980 (80—100)	10	232
1,3—1,6	0,2—0,3	max. 0,3	—	—	C+R	780—880 (70—90)	10	232
1,5—1,9	—	max. 0,3	0,02—1,0	—	C+R	880—1080 (90—110)	10	264
1,4—1,8	0,2—0,3	0,4—0,6	—	0,08 0,15	C+R	980—1120 (100—120)	10	289
max. 0,3	—	—	—	0,1—0,2	C+R	830—1030 (85—105)	8	240
max. 0,6	—	—	—	—	C+R	min. 550	20	190—240
max. 0,6	—	—	—	—	C+R	min. 637	10	190—240
—	—	—	—	—	Recoacere	min. 442	2	250—300—
—	—	—	—	—	Recoacere	—	—	220—270
8—10	—	—	—	—	C	min. 490	15	170—230

Scanned with OKEN Scanner

1	2	3	4	5	6	7
T10MTMoNC 170	max. 0,12	max. 1,5	max. 1,0	max. 0,035	max. 0,3	16,5— 18,5
T10MTMoNC 175	max. 0,12	1—2,	max. 1	max. 0,035	max. 0,03	16—19
T35MSNC260	0,3—0,4	max. 1,5	1,5—2,5	max. 0,035	max. 0,03	23—27
T15MoC90	max. 0,2	0,35— 0,65	max. 1,0	max. 0,05	,max. 0,04	88—10
T20SNC250	max. 0,25	max. 1,5	1,5—2,5	max. 0,04	max. 0,03	23—27
T12MSMoNC180	max. 0,15	max. 2	0,5—2,0	max. 0,035	max. 0,03	17—19
T105Mn120	0,9—1,2	11,5— 13,5	0,5—1,0	max. 0,11	max. 0,05	—
T130Mn135	1,24— 1,4	12,5— 14,5	0,5—1,0	max. 0,11	max. 0,05	—
T130MoMn135	1,25— 1,4	12,5— 14,5	0,5—1,0	max. 0,11	max. 0,05	—
T110Mn110	1,0—1,2	min. 11,0	max. 1,0	max. 0,1	max. 0,06	—
T120Mn110	1,0—1,4	min. 1	max. 1,0	max. 0,1	—	—
T100Mn120	0,9—1,05	11,5— 14,0	max. 1,0	max. 0,1	—	—
T120CrMn130	1,05— 1,35	11,5— 14,0	max. 1,0	max. 0,07	—	1,5—2,5
T100NiMn130	0,7—1,3	11,5— 14,0	max. 1,0	max. 0,07	—	—
T100MoMn130	0,7—1,3	11,5— 14,0	max. 1,0	max. 0,07	—	—
T70Mn140	0,6—0,8	12,5— 15,5	0,05—0,1	max. 0,1	max. 0,05	0,6—0,1

— cu grafit nodular;
— cu grafit în cuiburi (obținut prin maleabilizare).

Fontele se clasifică și după caracteristicile mecanice.

Ultimul criteriu de clasificare al fontelor este al conținuturilor de elemente de aliere:

— fonte nealiniate;
— fonte aliate: albe, slab aliate; cenușii, slab aliate; înalt aliate.

Factori care influențează structura și caracteristicile mecanice ale fontelor. Acești factori sînt:

— compoziția chimică;
— viteza de răcire;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.2 (continuare)

8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5—12,5	2—2,5	—	aprox. 0,5	—	C	min. 490	20	140—190
11—13	3—4	—	aprox. 0,5	—	C	min 490	20	140—190
13—15	—	—	—	—	C	min. 490	25	140 290
—	0,9—1,2	—	—	—	C+R	min. 540	14	170—250
16—21	—	—	—	—	C	min. 490	20	140—190
8—11	2,0—2,5	—	—	—	C	min. 490	20	140—190
max. 0,8	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
max. 0,8	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
max. 0,8	0,9—1,1	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
3,0—4,0	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	0,9—1,2	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220
—	—	—	—	—	C	780—980 (80—100)	40—55	180—220

— elaborarea și turnarea;
— tratamentul termic.

Compoziția chimică are cea mai mare influență asupra structurii și caracteristicile mecanice. Schimbînd compoziția chimică și menținînd celelalte condiții neschimbate se poate obține aproape orice structură a fontelor. Din punctul de vedere al inflației asupra cristalizării, cea mai mare importanță o prezintă influența lor asupra gratifizării. Elementele chimice se împart în:

— grafitizante (care favorizează grafiztiarea): C, Si, Ti, Al, Ni, Cu, P etc.
— antigrafitizante (care se opun grafitizării): Mg, V, Cr, S, Mo, Mn etc.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre toate elementele grafitizante, cea mai mare importanță au *carbonul* și *siliciul*. Prin variația conținutului acestora se obține structura dorită. Ambele elemente chimice acționează în aceeași direcție și de aceea prin mărirea conținutului unuia trebuie să se scadă celălalt. Influența lor asupra caracteristicilor mecanice se manifestă modificînd structura (cantitatea, forma, repartiția grafitului, mărimea cristalelor, masa de bază). La fontele cu puțin carbon (2,73% C) caracteristicile mecanice cresc odată cu majorarea conținutului de siliciu, pînă la o anumită limită, după care scad.

Manganul, ca element antigrafitizant, favorizează formarea unei structuri fine, ceea ce are ca urmare o îmbunătățire a caracteristicilor mecanice.

Sulful favorizează albirea pieselor (frînînd grafitizarea), mărește fragilitatea la cald și duritatea micșorînd însă rezistența de rupere la tracțiune, acțiunea dăunătoare micșorîndu-se în prezența manganului (rezultă MnS în locul FeS), din care motiv se limitează conținuturile în sulf în fonte de maximum 0,12%.

Fosforul mărește rezistența la uzură și în mică măsură duritatea. La piesele turnate, conținutul de fosfor variază între 0,1—0,4% (numai în fontele pentru segmenții de piston se întîlnesc conținuturi de 0,8% P).

Nichelul favorizează grafitizarea, descompunînd cementita liberă. Nichelul (pînă la 1%) uniformizează duritatea pe secțiune a piesei turnate, ușurează obținerea unei structuri fine, mărește rezistența de rupere la tracțiune și rezistența la uzură, micșorează fragilitatea.

Cromul favorizează albirea pieselor, mărește tenacitatea, duritatea și rezistența la temperaturi înalte. Adăugarea lui, împreună cu nichelul (chiar la conținuturi de sub 0,3%) mărește sensibil caracteristicile mecanice, pînă la 1% Cr.

Titanul uniformizează rezistența în părțile subțiri și cele groase, mărește sensibil caracteristicile mecanice.

Cuprul se adaugă în proporții mici pentru mărirea elasticității pieselor, mărind puțin rezistența și duritatea.

Molibdenul împiedică grafitizarea, mărind duritatea, rezistența de rupere la tracțiune și rezistența la uzură.

Viteza de răcire este un factor care influiențează grafitizarea și caracteristicile mecanice. La viteze de răcire mici se obțin de obicei caracteristicile mecanice superioare. La viteze prea mari de răcire se împiedică grafitizarea și, în consecință, se obțin fonte albe. Viteza de răcire depinde de grosimea de perete a pieselor (grosimi mici — viteze de ră-

Scanned with OKEN Scanner

cire mari) și de tehnologia de execuție a formei (tipul, temperatura și grosimea pereților formei, alimentarea cu metal etc.).

Există o serie întreagă de procedee pentru alegerea compoziției chimice a fontelor, în principal a conținutului de carbon și siliciu, în funcție de structură și de caracteristicile mecanice. Cele mai complete și sigure procedee sînt acelea care au la bază diagramele structurale. Diagramele sînt de diferite tipuri și complexități.

În fig. 4.2 se prezintă diagrama Maurer, din care rezultă structura pieselor turnate din fontă, pentru aceeași grosime a pieselor, în funcție de conținutul în carbon și siliciu. O piesă cu grosimea pereților de 30 mm, turnată din fontă cu 3,3% C și 1,5% Si, solidifică perlitic (punctul este în domeniul *II*). Imposibilitatea cunoașterii structurii pentru o compoziție chimică dată sau o compoziție chimică pentru o structură dată la alte grosimi de perete decît 30 mm, precum și neindicarea rezistenței de rupere la tracțiune au limitat utilizarea ei.

O diagramă ceva mai completă este aceea a lui Greiner-Klingenstein (fig. 4.3). Se pot alege mai ușor structurile sau compozițiile pentru diferite grosimi de perete la piese (pe orizontală grosimile pereților pieselor în mm).

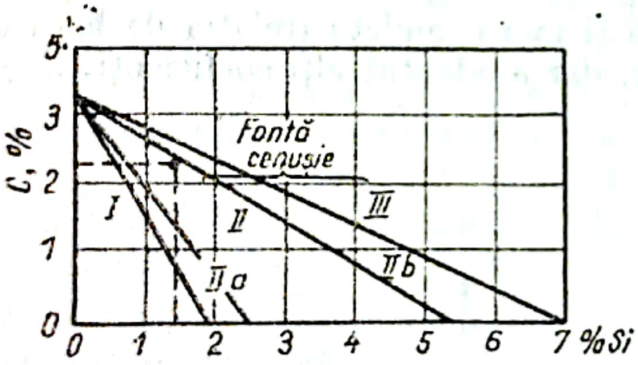


Fig. 4.2. Diagrama structurală Maurer:
I — fonte albe; *II* — fonte cenușii perlitice; *III* — fonte cenușii feritice; *II a* — fonte pestrițe; *II b* — fonte cenușii perlito-feritice.

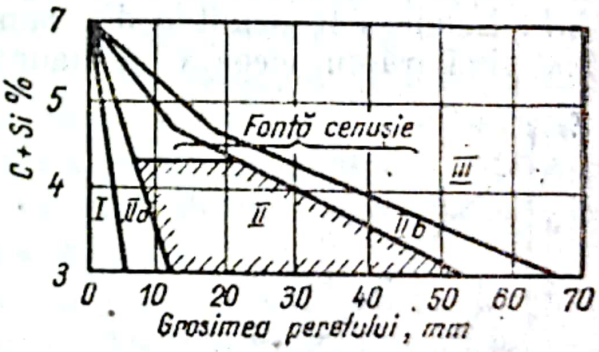


Fig. 4.3. Diagrama Greiner-Klingenstein

Diagrama din fig. 4.4 (diagrama lui Coyle) este similară cu cea precedentă, numai că în locul structurii se poate afla chiar rezistența de rupere la tracțiune. Pentru a se elimina dezavantajele pe care le prezintă diagrama lui Maurer, pe care nici celelalte diagrame nu le elimină în întregime, s-au efectuaat multe încercări, în urma cărora s-au trasat diagrame, unele destul de complicate.

Scanned with OKEN Scanner

De fapt, toate aceste diagrame se bazează pe variația capacității de grafitare a elementelor siliciu și carbon. Dacă la diagrama lui Maurer s-a luat în considerație relația C + nSi = 4,3, la diagrama lui I.G.

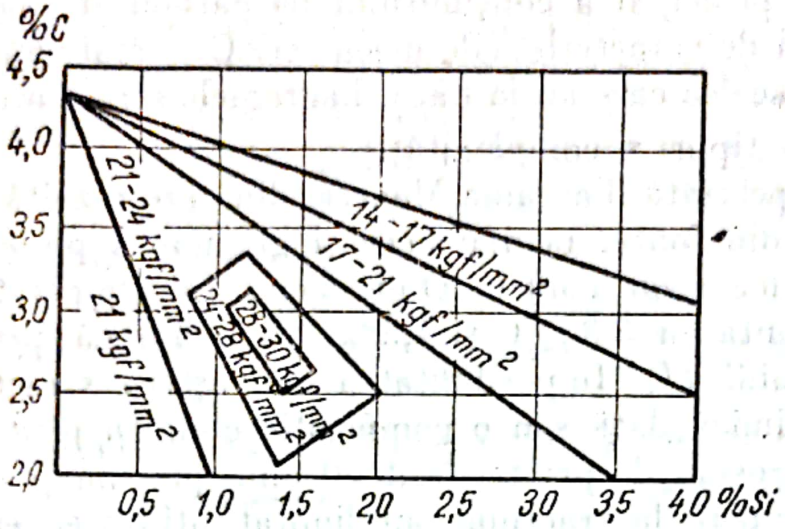


Fig. 4.4. Diagrama Coyle

Ghirșovici s-a pornit de la relația C · Si = const. Laplace a pornit de la ecuația C + Si = Const. și a trasat diagrama din fig. 4.5. Similar a pornit și Sipp care a trasat diagrama din fig. 4.6. (ecuația de bază a fost C + 0,3 Si = const.).

A.F. Lande a întocmit o diagramă și mai completă (relația de bază a fost similară cu aceea a lui Maurer, dar a adoptat alți coeficienți: C +

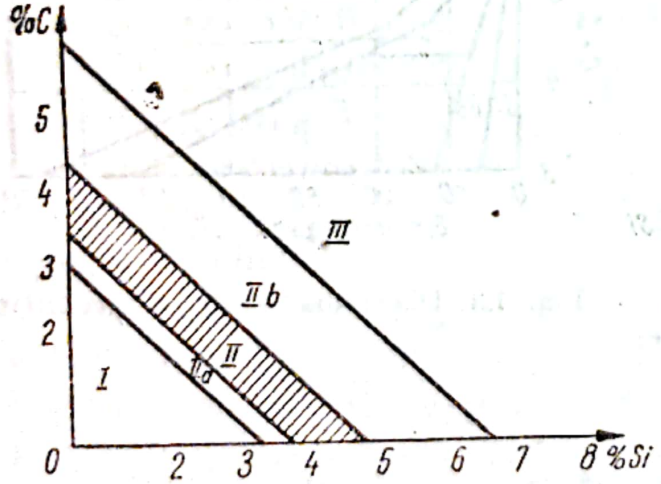


Fig. 4.5. Diagrama structuerală Laplace: *I* — Fa; *IIa* — T_p; *II* — F_{cp}; *IIb* — F_{cp}7.

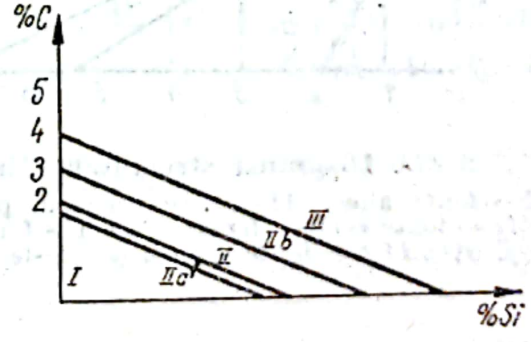


Fig. 4.6. Diagrama structurală Sipp: *I* — Le; *IIa* — Fp; *II* — Fep; *IIb* — Fcpf; *III* — Fef.

+ n_1Si = 4,9). Această diagramă dă indicații și despre cantitatea de ferită și perlită din structură, grosimile de perete limite corespunzătoare structurilor și rezistența de rupere la tracțiune. Cercetătorul

Scanned with OKEN Scanner

G.F. Balandin a introdus între parametrii de influență nu numai carbonul și siliciul, dar și celelalte elemente chimice. În diagramă mai figurează viteza de răcire (stabilită prin calcul), iar ca parametri delimitați structura și caracteristicile mecanice (rezistența de rupere la tracțiune).

Cea mai completă diagramă este aceea trasată de către A.A. Jukov, cu ajutorul căreia se pot stabili atît constituienții structurali, proporția lor, caracteristicile mecanice, dar chiar și forma grafitului.

Există diagrame trasate și pentru fontele cu grafit nodular și pentru fontele maleabile. Asemenea diagrame sînt trasate și pentru alegerea fontelor care se toarnă în forme metalice, știută fiind viteza de răcire mărită.

Regimul de elaborare influențează destul de mult și el structura și caracteristicile mecanice. Tipul și structura materialelor din încărcătură influențează destul de mult caracteristicile și structura fontelor. Materialele din încărcătura cu o compoziție chimică (din punctul de vedere al elementelor însoțitoare) care permite la răcire crearea de germeni suplimentari de cristalizare favorizează obținerea de fonte cu caracteristici mecanice superioare. Similară este și influența unui regim de elaborare la temperaturi înalte. Supraîncălzirea fontelor la elaborare este socotită ca un mijloc important pentru ridicarea calității pieselor, dar cu mențiunea expresă că nu trebuie depășit un maximum.

Influența pozitivă asupra caracteristicilor mecanice au și modificările în stare lichidă. Aceste microalieri în stare lichidă contribuie la micșorarea dimensiunilor grafitului, deci întreruperile în masa metalică sînt mai mici, ceea ce la nivelul pieselor înseamnă reducerea discontinuităților și asigurarea unor rezistențe mai mari.

Și sistemul de turnare poate influența caracteristicile mecanice deoarece la umpleri fără prea multă grijă se poate închide zgura sau amestecul de formare în piese și deci se întrerupe continuitatea masei metalice. Tratamentele termice, spre deosebire de ceilalți factori, acționează asupra masei metalice de bază, forma grafitului rămînînd aproximativ aceeași (bineînțeles cu excepția tratamentului de maleabilizare). Tratamentul de maleabilizare contribuie la descompunerea cementitei. Prin acest tratament se îmbunătățesc esențial și celelalte proprietăți care caracterizează tenacitatea acestor fonte.

În tabelul 4.3 se redau fontele cenușii turnate în piese în conformitate cu STAS 568-75, precizîndu-se principalele caracteristici mecanice. Conform acelorași reglementări, compoziția chimică nu este menționată și nu este stabilită. Există o legătură directă între rezistența la tracți-

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.3

CARACTERISTICILE MECANICE ALE FONTELOR CENUȘII
(STAS 568-75)

Marca (Vechea simbolizare)	Diametrul probei prelucrate, mm	Rezistența de rupere la tracțiune, min., N/mm² (kgf/mm²)	Duritatea *HB* (informativ)	Rezistența la încovoiere, min., N/mm² (Kgf/mm²)	Săgeata la încovoiere mm
Fc 100 (Fc 10)	6	160 (16)	—	—	—
	8	140 (14)			
	12,5	120 (12)			
	20	100 (10)			
Fc 150 (Fc 15)	6	250 (25)	140—190	330 (34)	2,0
	8	230 (23)		310 (32)	2,5
	12,5	180 (18)		290 (30)	4,0
	20	150 (15)		260 (27)	6,0
	32	110 (11)			
Fc 200 (Fc 20)	8	270 (28)	170—210	400 (41)	2,0
	12,5	230 (23)		380 (39)	3,0
	20	200 (20)		350 (36)	4,5
	32	160 (16)		320 (33)	6,5
Fc 250 (Fc 25)	8	320 (33)	180—240	—	—
	12,5	270 (28)		450 (46)	3,0
	20	250 (25)		410 (42)	5,0
	32	210 (21)		380 (39)	7,0
Fc 300 (Fc 30)	12,5	320 (33)	200—260	—	—
	20	300 (30)		470 (48)	5,5
	32	250 (26)		440 (45)	7,5
Fc 350 *) (Fc 35)	12,5	370 (38)	210—280	—	—
	20	350 (35)		530 (54)	5,5
	32	330 (34)		500 (51)	7,5
Fc 400 (Fc 40)	20	400 (40)	230—300	590 (60)	5,5
	32	350 (36)		560 (57)	7,5

*) Numai cu acordul producătorului

Scanned with OKEN Scanner

une și grosimea pieselor (fig. 4.7, *a*), similar între duritate și grosimea de perete (fig. 4.7, *b*). În cazul în care o piesă turnată din fontă, cu grosimea pereților de 7,5 mm (echivalentă unui diametru al probei de 15 mm) trebuie să aibă o rezistență la tracțiune de minimum 300 N/mm², alegerea se face după liniile punctate din stînga diagramei din fig. 4.7, *a* (intersecția verticalei de 7,5 mm cu orizontala de 300 daN/mml este punctul *A*.). Se constată că este necesară o fontă care are deasupra acestui punct marca Fc 250. Suplimentar este trasată și alegerea unei fonte pentru grosimea de perete de 35 mm (marca deasupra punctului B este Fc 300). În diagrama din fig. 4.7, *b*), prima fontă ar avea, conform ordonatei *A*, o duritate în jur de 240 *HB*, iar fonta a doua (conform ordonatei punctului *B'*), o duritate în jur de 190 *HB*.

Orientativ, în tabelul 4.4 sînt prezentate, în funcție de grosimile de perete, unele compoziții chimice ale fontelor cenușii și straturile respective.

Pentru caracterizarea structurală a fontelor s-a elaborat STAS 6905-76 în care acestea se simbolizează în funcție de:

— suprafața ocupată de separările de grafit: G2, G4, G6, G10 și G12 (respectiv pentru 3, 3—5, 5—8, 8—12 și peste 12% grafit);

— lungimea separărilor de grafit: Gl1, Gl2, Gl3, Gl4, Gl5, Gl6, Gl7 și Gl8 (pentru valori ale lungimilor cuprinse între 5 și 500 m);

— caracterul repartizării grafitului: Gr 1, Gr2, Gr 3, Gr 4, Gr 5, Gr 6,

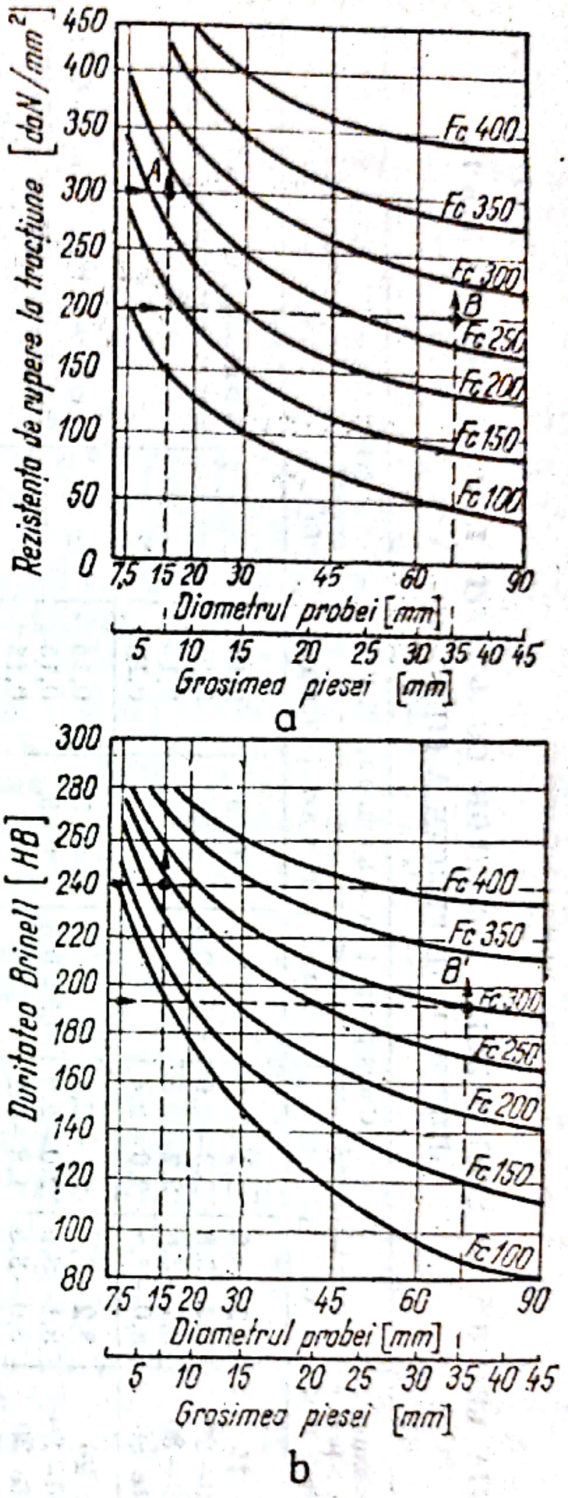


Fig. 4.7. Variația caracteristicilor mecanice ale fontelor cenușii în funcție de grosimea pieselor turnate:

a — rezistența de rupere la tracțiune; *b* — duritatea.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.4

COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI STRUCTURILE FONTELOR CU GRAFIT LAMELAR ÎN FUNCȚIE DE GROSIMEA DE PERETE A PIESELOR

Marca fontei	Grosimea medie a peretelui piesei mm	Compoziția chimică, %						Structura
		C	Si	Mn	P, max.	S, max.	Cr	
Fc 100	Sub 10	3,2—3,8	2,4—2,7		0,65	0,15		Perlitică, cu grafit lamelar grosolan
	10—20	3,2—3,8	2,3—2,6	0,5—0,8	0,65	0,15		
	20—30	3,1—3,6	2,2—2,5		0,5	0,15	—	
	Peste 30	3,0—3,5	2,0—2,4		0,5	0,13		
Fc 150	Sub 20	3,2—3,6	2,0—2,4		0,65	0,15		Perlito-feritică, cu grafit lamelar de mărime mijlocie
	20—30	3,1—3,5	2,0—2,3	0,5—0,8	0,65	0,15	—	
	Peste 30	3,0—3,5	1,8—2,2		0,5	0,13		
Fc 200	Sub 20	3,1—3,4	2,0—2,3	0,5—0,8	0,65	0,14		Perlitică cu urme de ferită grafit lamelar de mărime mijlocie
	20—30	3,1—3,4	1,9—2,2	0,5—0,8	0,65	0,14	—	
	30—40	3,1—2,4	1,8—3,1	0,6—0,9	0,4	0,12	*0,15*	
	Peste 40	3,0—3,3	1,6—2,0	0,7—1,0	0,3	0,12	0,2	
Fc 250	Sub 20	3,1—3,4	1,6—2,0	0,7—1,0	0,3		0,25	Perlitică fină sau sorbitică, grafit lamelar fin
	20—30	3,0—3,3	1,5—1,8	0,7—1,0	0,25	0,12	0,25	
	30—40	3,0—3,1	1,3—1,6	0,8—1,3	0,2		0,3	
	Peste 40	2,9—3,1	1,1—1,6	0,9—1,5	0,2		0,35	
Fc 300	20—30	3,0—3,2	1,4—1,8	1,0—1,4	0,35		0,2—0,3	Sorbitică
	30—40	2,8—3,1	1,3—1,7	1,1—1,5	0,3	0,12	0,2—0,4	
	Peste 40	2,8—3,0	1,0—1,6	1,1—1,5	0,25		0,3—0,5	
Fc 350	25—30	2,8—3,1	1,3—1,7	1,0—1,4	0,3		0,2—0,3	Grafit lamelar fin obținut prin modificare
	30—40	2,7—3,0	1,2—1,6	1,1—1,5	0,25	0,12	0,3—0,4	
	Peste 40	2,7—3,0	0,9—1,6	1,1—1,5	0,2		0,3—0,5	
Fc 400	30—40	2,7—3,0	1,0—1,6	1,1—1,5	0,2		0,35—0,4	Grafit lamelar fin obținut prin modificare
	Peste 40	2,7—3,0	0,8—1,5	1,1—1,5	0,2	0,12	0,3—0,5	

Scanned with OKEN Scanner

Gr 7, Gr 8 și Gr 9 (de la separări izolate și separări interdendridice sau chiar rozetă);
— caracteristica formei separărilor de grafit: Gf 1, Gf 2, Gf 3, Gf 4, Gf 5, Gf 6 (de la lamelară la punctiformă);
— suprafețele ocupate de perlită, respectiv de ferită, F0/P100, F3/P97, F8/P92, F20/P80, F40/P60, F60/P42, F80/P23, F90/P10, (pentru 98 pînă la 10% perlită, respectiv de la fontele perlitice la fontele perlito-feritice, ferito-perlitice și respectiv chiar feritice);
— caracteristica perlitei: Pi 0,2; Pi 0,5; Pi 1,0; Pi 1,4; Pi 1,6 (pentru distanțe interlamelare între 0,3 și 1,6 m).

În fig. 4.8 și fig. 4.9 se redau microstructurile a două tipuri de fontă cenușie. În prima microstructură se poate constata că este în discuție o fontă cu caracteristici de rezistență mai reduse. Grafitul este mai mare, ocupă o cantitate mai mare și în consecință fonta respectivă s-ar putea nota în G 10, Gl 6, Gr 2 și Gf 1. Fonta din fig. 4.9 are grafitul cu dimensiuni mai mici și, în consecință, s-ar putea nota G4, Gl 3, Gr 3 și G4. Aceleași fonte, dar în stare atacată (fig. 4.10 și fig. 4.11) se pot caracteriza prin forma și distribuția masei metalice de bază, respectiv proporția dintre ferită și perlită. Pe această analiză fontele se caracterizează după notarea F60/P40, respectiv F40/P60. Evident că datorită conținutului de perlită mai mare, structura fontei din fig. 4.11 înseamnă că este asociată cu o rezistență mai mare și deci cu caracteristici mecanice superioase.

Formele de grafit modificate, inclusiv sub formă nodulară, în același standard de stat sînt simbolizate în GNd1—GNd5, respectiv pentru fontele nemodificate, adică pentru fontele maleabile negre GMd1—GMd5, pentru diametrul separărilor de grafit între 25 mm — 100 mm. Suprafețele ocupate cu grafit, între aceleași limite, de 3—12%, sînt notate GN2 — GN12 și respectiv GM2—GM12. Cu privire la caracteristica formei separărilor de grafit GNf1-GNf2 (pentru forme regulate, neregulate și asociată cu forma lamelară). Pentru forma separărilor de grafit GMf1-GMf2 (grafit de recoacere cu grad de compactitate mare sau grad de compactitate mic).

După numărul nodulelor de grafit (determinat prin observarea a 5—10 cîmpuri microscopice), structura fontelor cu grafit nodular se clasifică în GNn1-GNn12, pentru situații cuprinse între 25 nodule/mm² pînă la 300 nodule/mm².

Similar cu clasificarea fontelor cenușii, din punctul de vedere al suprafețelor ocupate de perlită, respectiv de fontă, este stabilită și clasificarea pentru fontele maleabile negre (Fo/P100...F90/P10).

Sînt stabilite scări etalon și pentru suprafața ocupată de separările de cementită (%), de la C2 la C40 (adică de la 2% la 40% cementită). Pentru

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 4.8. Forma grafitului într-o fontă cenușie neatacată (× 100) de tip Gl_6.

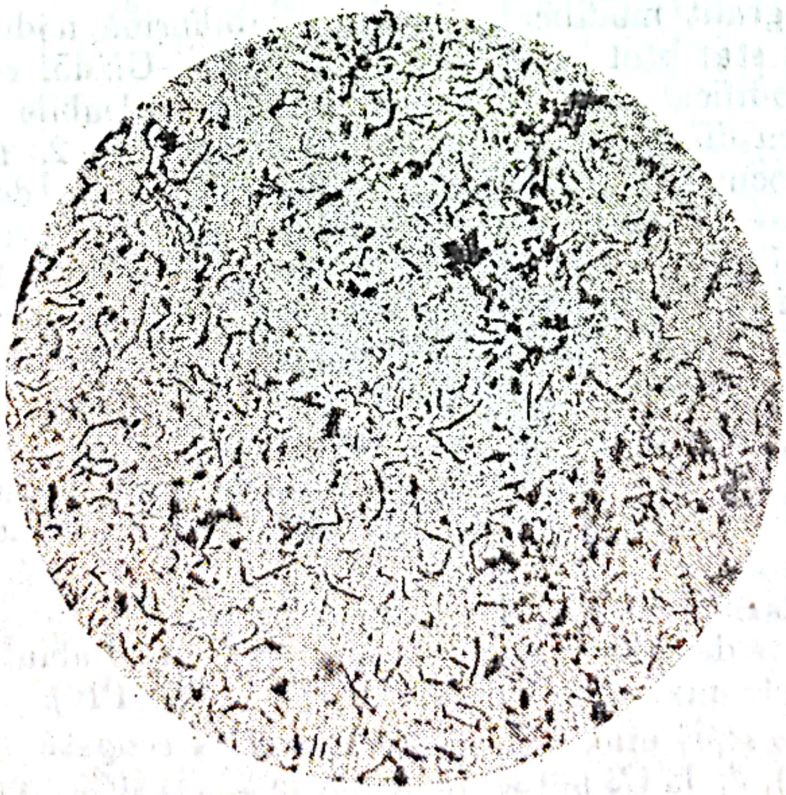


Fig. 4.9. Forma grafitului într-o fontă cenușie neatacată (× 100) de tip Gl_3.

Scanned with OKEN Scanner

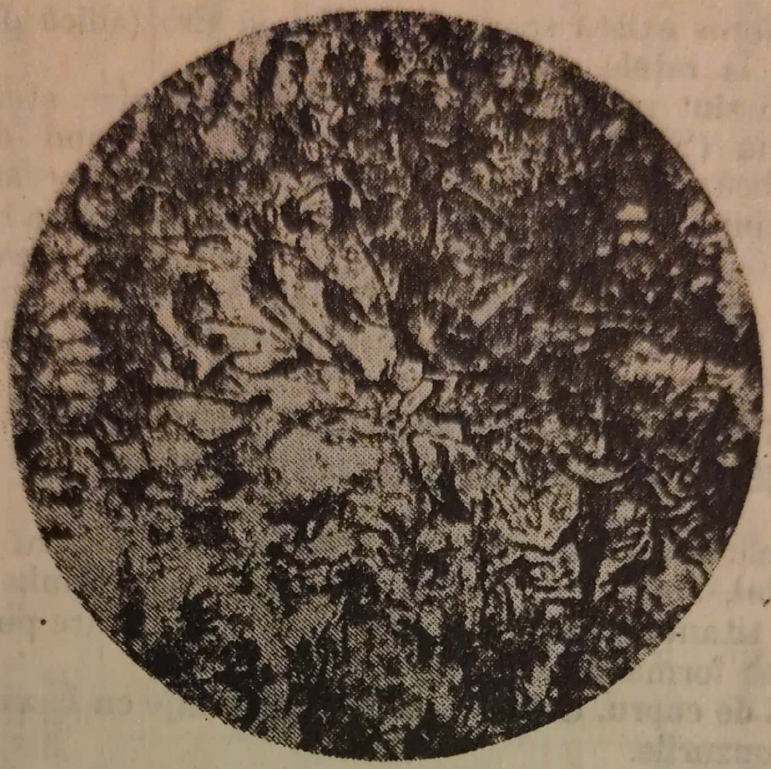


Fig. 4.10. Microstructura fontei cenușii atacate de tip ferito-perlitică (F 60/P 40).

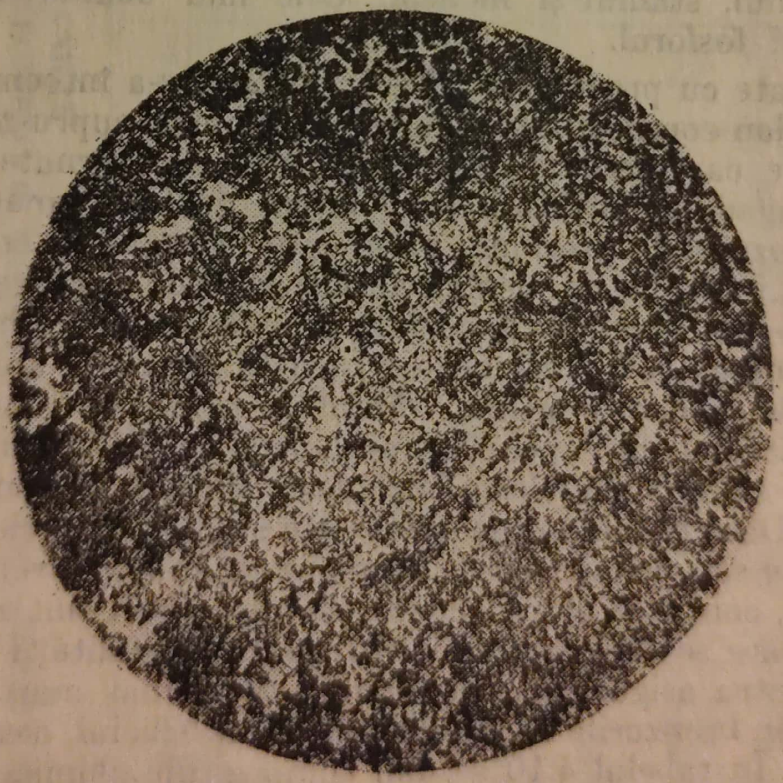


Fig. 4.11. Microstructura fontei cenușii atacate de tip perito-feritic (F40/P60).

Scanned with OKEN Scanner

eutecticul fosforos există scara de la Er1 la Er5 (adică de la separări izolate, mici, la rețele continue).
În tabelul 4.5 sînt redate fontele cu grafit nodular standardizate în R. S. România (STAS 6071-75); se remarcă în mod deosebit tipul Fgn 700-2 (adică o fontă cu deosebite caracteristici mecanice, cu rezistență la tracțiune de minimum 700 N/mm² și alungire la rupere de 2%).
În tabelul 4.6 se redau caracteristicile fontelor maleabile conform STAS 569-70, iar în tabelul 4.7, fontele refractare (conform STAS 6706-73) și în tabelul 4.8, fontele austenitice (conform STAS 10066-75).

2.3. COMPOZIȚIILE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALIAJELOR NEFEROASE TURNATE ÎN PIESE

Dintre metalele neferoase cele mai importante pentru turnare sînt cuprul, nichelul, aluminiul, zincul, plumbul, magneziul, staniul și în ultimul timp, titanul. Ele nu se întrebuințează în stare pură la turnarea pieselor, ci sub formă de aliaje.
Aliaje cu bază de cupru. Cele mai răspîndite aliaje cu bază de cupru sînt alamele și bronzurile.
Alamele sînt aliaje cu bază de cupru, avînd ca elemente principal de aliere zincul. Celelalte elemente secundare de aliere sînt: plumbul, manganul, fierul, aluminiul, staniul și nichelul. Cele mai dăunătoare impurități sînt stibiul și fosforul.
În conformitate cu prevederile STAS 199/2-73 s-a întocmit tabelul 4.9 în care se redau compozițiile chimice ale aliajelor cupru-zinc turnate în piese și unele caracteristici mecanice. Alamele turnate se utilizează în multe domenii de utilizare (se folosesc pentru armături, elemente solicitate la uzură, la presiune, piese care lucrează la coroziune etc.). Din tabelul 4.9 rezultă că pentru același mod de turnare (turnarea în forme uscate —F, turnarea în cochilă prin cădere liberă în formă metalică —C, turnarea sub presiune —P) există diferențe apreciabile între caracteristicile mecanice pentru diferitele tipuri de alame (chiar de 300% la rezistențele de rupete la tracțiune și de 275% pentru duritate).
Bronzurile sînt aliajele cu bază de cupru cu alte elemente de aliere decît zincul. Dacă elementul de aliere este staniul, aliajele cupru-staniu sînt cunoscute sub denumirea de bronzuri cu staniu. Bronzurile cu staniu obișnuite, conțin și alte elemente de aliere cum sînt zincul, fosforul și plumbul, care se adaugă fie pentru mărirea fluidității și prelucrabilității, fie pentru asigurarea unei compactități mai mari. Impuritățile dăunătoare din bronzurile cu staniu sînt fierul, siliciul, arsenul, bismutul și aluminiul. În tabelul 4.10 se dau compozițiile chimice și caracteristicile mecanice ale aliajelor cupru-staniu (STAS 197/2-76). Și aceste tipuri și aliaje pe bază de cupru au domenii foarte diverse de utilizare

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.5

CARACTERISTICILE (STAS 6071-75) ŞI COMPOZIŢIILE CHIMICE ALE FONTELOR CU GRAFIT NODULAR, TURNATE ÎN PIESE

Marca (Vechea denumire)	Rezistenţa de rupere la tracţiune, N/mm² (kgf/mm²)	Alungirea %	Limita de curgere, N/mm² (kgf/mm²)	Reziliența J/cm²	*HB*	Structura	Compoziţia chimică, %					
							C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr max.
Fgn 370—17	370 (37)	17	320 (23)	16	140—180	Ferită	3,2	2,5—3,2	0,6	0,08	0,01	0,10
Fgn 400—12 (Fgn 42—12)	400 (40)	12	250 (25)	—	150—200	Ferită	3,2	2,3—3,0	0,5	0,08	0,1	0,05
Fgn 450—5 (Fgn 45—5)	450 (45)	5	320 (33)	—	160—220	Perlită+ ferită	3,1	2,6—3,1	0,3—0,8	0,12	0,03	0,20
Fgn 500—7 (Fgn 50—7)	500 (50)	7	350 (36)	—	170—240	Perlită+ ferită	3,0	2,6—3	0,3—0,8	0,12	0,02	0,14
Fgn 600—2 (Fgn 60—2)	600 (60)	2	400 (41)	—	210—280	Perlită	2,9—3,0	1,0—2,4	0,3—0,8	0,12	0,02	0,14
Fgn 700—2 (Fgn 70—2)	700 (70)	2	450 (46)	—	230—280	Perlită	2,9—3,1	2,2—2,4	0,5	0,10	0,02	0,15

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.6

CARACTERISTICILE ȘI COMPOZIȚIILE CHIMICE INFORMATIVE ALE FONTELOR MALEABILE (STAS 569-79)

Tipul	Marca	Diametrul epruvetei mm	Rezistența de rupere la tracțiune, N/mm²	Limita de curgere kgf/mm²	Alungirea %	Duritate *HB* max.	C %	Si %	Mn %	P % max.	S % max.	Cr % max.
Fontă malcabilă albă	Fma 35.03	9	280	—	7	200	—	—	—	—	—	—
		12	320	—	4	220	—	—	—	—	—	—
		15	350	—	3	240						
	Fma 42.04	9	360	20	10	200	—	—	—	—	—	—
		12	400	22	6	220						
		15	420	24	4	240						
Fontă malcabilă feritică	Fmn 30.06	15	300	—	6	160	2,4—3,1	0,8—1,2	0,3—0,6	0,18	0,18	0,06
	Fmb 32.08		320	—	8	160						
	Fmn 32.10		320	17	10	160	2,4—3	0,8—1,1	0,3—0,6	0,18	0,18	0,06
	Fmn 35.10		350	17	10	150						
	Fmn 35.12		350	19	12	150	2,5—2,9	0,8—1,2	0,3—0,6	0,18	0,18	0,08
	Fmn 35.12		370	19	12	150						
	Fmn 37.14		370	19	14	150	2,2—2,5	1,0—1,5	0,3—0,5	0,18	0,12	0,06
Fontă maleabilă perlitică	Fmp 45.07	15	450	26	7	220	2,2—3,1	0,7—1,5	0,3—1,2	0,18	0,12	0,2
	Fmp 50.05		500	30	5	240						
	Fmp 55.04		550	33	4	260						
	Fmp 60.03		600	36	3	270						
	Fmp 65.03		650	39	3	270						
	Fmp 70.02		700	50	2	280						

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.7

CARACTERISTICILE MECANICE ŞI COMPOZIŢIILE CHIMICE ALE FONTELOR REFRACTARE TURNATE ÎN PIESE (STAS 6706-79)

Marca	Compoziţia chimică, %							Caracteristici mecanice			Structura
	C	Si	Mn max.	S max.	P max.	Cr	Al	Rezistenţa de rupere la tracţiune N/mm²	Rezistenţa la încovoiere N/mm²	HB	
Fr Cr 0,7	3,0–3,8	1,7–2,7	1,0	0,12	0,3	0,5–1,0	—	180	360	286	Perlită, carburi şi grafit lamelar
Fr Cr 1,5	3,0–3,8	2,0–3,0	1,0	0,12	0,30	1,0–2,0	—	150	320	286	
Fr Cr 2,5	3,0–3,9	2,8–3,8	1,0	0,12	0,30	2,0–2,7	—	150	320	364	
Fr Cr 1,6	1,6–2,4	1,5–2,2	1,0	0,05	0,10	15–18	—	350	—	450	Ferită, ledeburită şi carburi
Fr Cr 30	1,6–3,0	1,5–2,0	0,7	0,05	0,10	28–32	—	300	500	550	
Fr Si 5	2,5–3,2	4,5–6,0	0,8	0,12	0,30	0,5–1,2	—	150	300	300	Fontă, perlită şi grafit lamelar
Fm Si 5	2,7–3,3	4,5–6,0	0,8	0,03	0,10	max. 0,2	—	300	—	300	Ferită, grafit nodular
Fr Al 22	1,6–2,5	1,0–2,0	0,8	0,08	0,20	—	19–25	9	22	286	Ferită, carburi, grafit lamelar
Fr Al 22	1,6–2,5	1,0–2,0	0,8	0,03	0,20	—	19–25	25	35	364	Ferită, carburi şi grafit nodular
Fr Al 30	1,0–1,2	max.0,50	0,7	0,10	0,40	—	29–31	20	35	—	Ferită şi carburi

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.8

COMPOZIȚIILE CHIMICE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE FONTELOR AUSTENITICE TURNATE ÎN PIESE (STAS 10066-75)

Marca	Compoziția chimică, %							Caracteristici mecanice		
	C max.	Si	Mn	Ni	Cr	P max.	Cu	Rezistența de rupere la tracțiune N/mm²	Alungirea %	Duritatea HB
FalNiMn 13,7	3,0	1,5—3,0	6,0—8,0	12,0—14,0	Max. 0,2	—	Max. 0,5	140	—	120—150
FalNiCuCr 15.6.2	3,0	1,0—2,8	0,5—1,5	13,5—17,5	1,0—2,5	—	5,5—7,5	170	2	140—200
FalNiCuCr 15.6.3	3,0	1,0—2,8	0,5—1,5	13,5—17,5	2,5—3,5	—	5,5—7,5	190	1	150—250
FalNiCr 20.2	3,0	1,0—2,8	0,5—1,5	18,0—22,0	1,0—2,5	—	Max. 0,5	170	2	120—215
FalNiCr 30.3	2,5	1,0—2,0	0,5—1,5	28,0—32,0	2,5—3,5	—	Max. 0,5	190	1	120—215
FalNiSiCr 20.5.3	2,5	4,5—5,5	0,5—1,5	18,0—22,0	1,5—4,5	—	Max. 0,5	190	2	140—250
FalNiSiCr 30.5.5	2,5	5,0—6,0	0,5—1,5	29,0—32,0	4,5—5,5	—	Max. 0,5	170	—	150—210
FalNi 35	2,4	1,0—2,0	0,5—1,5	34,0—36,0	Max. 0,2	—	Max. 0,5	120	1	120—140
FagnNiMn 13.7	3,0	2,0—3,0	6,0—7,0	12,0—14,0	Max. 0,2	0,08	Max. 0,8	390	15	130—170
FagnNiMn 23.4	2,6	1,5—2,5	4,0—4,5	22,0—24,0	Max.0,2	0,08	Max. 0,5	440	25	150—180
FagnNiCr 20.2	3,0	1,5—3,0	0,5—1,5	18,0—22,0	1,0—2,5	0,08	Max. 0,5	370	7	140—200
FagnNiCr 20.3	3,0	1,5—3,0	0,5—1,5	18,0—22,0	2,5—3,5	0,08	Max. 0,5	390	7	150—255
FagnNiCr 30.1	2,6	1,5—3,0	0,5—1,5	28,0—32,0	1,0—1,5	0,08	Max. 0,5	370	13	130—190
FagnNiCr 30.3	2,6	1,5—3,0	0,5—1,5	28,0—32,0	2,5—3,5	0,08	Max. 0,5	370	7	140—250
FagnNiCr 35.3	2,4	1,5—3,0	0,5—1,5	34,0—36,0	2,0—3,0	0,08	Max. 0,5	370	7	140—190
FagnNiSiCr 20.5.2	3,0	4,5—5,5	0,5—1,5	18,0—22,0	1,0—2,5	0,08	Max. 0,5	370	10	180—230
FagnNiSiCr 30.5.5	2,6	5,0—6,0	0,5—1,5	28,0—32,0	4,5—5,5	0,08	Max. 0,5	390	1	170—250
FagnNi 22	3,0	1,0—3,0	1,5—2,5	21,0—24,0	Max. 0,5	0,08	Max. 0,5	270	20	130—170
Fagn Ni 35	2,4	1,5—3,0	0,5—1,5	34,2—36,0	Max. 0,2	0,08	Max. 0,5	370	20	130—170

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.9

COMPOZIȚIILE CHIMICE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALAMELOR TURNATE ÎN PIESE (aliaje cupru-zinc) (STAS 191-73)

Marca	Compoziția chimică, %								Impurități	Tip de turnare	Caracteristici mecanice			Utilizare
	Cu	Pb	Mu	Fe	Al	Sn	Ni	Zn			Rezistența de rupere N/mm²	Alungire %	Duritate HB	
CuZn 40 Pb (Am T 59)	57–60	0,8–1,9	—	—	—	—	—	Restul	2,0	C	200	20	75	Diverse piese
CuZn 33 Pb 2 (AmT 66)	63–69	1–2,8	—	—	—	—	—	Restul	3,0	F	150	10	40	Diverse piese, armături
CuZn 32 Pb 2 (Am T 67)	65–59	1–2,8	—	—	—	—	—	Restul	1,5	C F P	200 180 220	20 20 15	40 40 40	Armături la $p<100$ N/mm². Diverse piese
CuZn 40 PbSn (AmXTo)	58–63	0,8–1,75	—	—	—	0,5–1,2	—	Restul	1,0	P C	280 280	7 7	80 80	Piese solicitate
CuZn 40 Mn2Al (AmXT1)	54–59	—	1,5–2,8	0,2–0,5	0,5–1,0	—	—	Restul	2,0	C	350	15	100	Diverse piese solicitate, cu conductivitate electrică

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.9 (continuare)

Marca	Compoziția chimică, %								Impurități	Tip de turnare	Caracteristici mecanice			Utilizarea
	Cu	Pb	Mn	Fe	Al	Sn	Ni	Zn			Rezistența de rupere N/mm²	Alungire %	Densitatea HB	
CuZn38Pb2Mn2 (AmXT2)	57—40	1,5—2,5	1,5—2,5	—	—	—	—	Restul	2,5	C	350	8	80	Lagăre, bucșe, piese supuse la frecare
										F	250	10	70	
CuZn35Mn2 FeAlNi (AmXT3)	54—6	0,1—1,0	1,0—0 3,0	1,0—2,0	1,0—2,0	—	0,—2,0	Restul	1,5	C	400	10	90	Elemente solicitate, piese care lucrează în apă de mare sau apă dulce
										F	350	15	80	
CuZn40Mn3Fe (AmXT4)	35—58	—	3,0—4,0	0,5—1,5	—	—	—	Restul	3,0	C	500	10	100	Piese care lucrează la solicitări la temperaturi de pînă la 300°C
										F	450	15	100	
CuZn300Al5Fe3 Mn2 (AmXT5)	64—68	--	1,5—3,5	2,0—3,5	4,5—7,0	—	—	Restul	1,0	F	500	5	110	Piulițe pentru presiuni mari

Semnificația simbolurilor: C — turnare în formă metalică; F — turnare în formă de amestec de formare

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.10

COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI CARACTERISTICILE ALIAJELOR CUPRU-STANIU (bronzuri cu staniu) TURNATE ÎN PIESE (STAS 197/2-1976)

Marca (marca veche)	Compoziția chimică, %						Tipul de turnare	Caracteristici			Utilizări
	Su	Zn	Pb	Ni	Cu	Impurități		σ_r N/mm²	Alungire %	*HB*	
CuSn 14*) (Bz 145)	12,8–15,0	–	–	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni, Pb)	F C	220 230	2 1	75 80	Organe de mașini supuse uzurii
CuSn12 *) (Bz12T)	10,8–13	–	–	–	Rest	1,5 exclusiv Ni, Pb)	F C	220 250	7 5	80 90	Cuplaje, piese de articulație, roți dințate
CuSn 12Ni *) (–)	10,8–13	–	–	1,5–2,0	Rest	1,5 (exclusiv Sb, Pb)	F	280	10	90	Aliaj rezistent la coroziune
CuSn 10 *) (Bz 10T)	8,8–1,1	–	–	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni, P)	F	220	10	65	Organe de mașini și armături pentru mare
CuSn10Zn2 (Bz10ZnT)	8,8–11,0	0,8–3	–	–	Rest	1,0 (exclusiv Ni, Pb)	F	220	10	65	Armături speciale, cuzineți de alunecare
CuSn9Zn5 *) (Bz9ZnT)	7,8–10	2,8–7	–	–	Rest	1,2 (exclusiv NiPb)	F	220	8	65	Armături de presiune
CuZn6Zn9Pb4 (Bz6ZnT)	4,8–7	2,4–5,5	2,5–5,5	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni)	F	180	8	60	Cuzineți pentru lagăre axiale
CuSn5ZnPb5 (Bz5ZnT)	3,8–6	4,3–5,5	3,5–6,5	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni)	F C	180 200	12 10	60 65	Armături pentru apă de mare, piese cu pereți subțiri
CuSn4Zn4Pb17 (Bz4ZnT)	3,3–5,5	2,3–6	13,5–20,6	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni)	F	170	6	55	Lagăre cu solicitări mici
CuSn3Zn11Pb4 (Bz 3μnT)	1,8–4	10,8–13	2,5–6,5	–	Rest	1,5 (exclusiv Ni)	T	200	10	55	Armături diverse, bucșe

*) Se vor evita în utilizare

Scanned with OKEN Scanner

(organe supuse la uzură, roți dințate, armături, lagăre, cuzinețti, cuplaje, carcase de pompe, rotoare etc.).
Aliajele cupru-aluminiu (bronzurile cu aluminiu) sînt standardizate în STAS 198/2-75, pe baza căruia s-a întocmit tabelul 4.11. Aceste aliaje se utilizează în special ca materiale rezistente la coroziune (în apa de mare, medii agresive, coșuri pentru decapări și containere din industria chimică etc.).
Aliajele cupru-plumb-staniu (bronzurile cu plumb) încep să aibă mari utilizări, deoarece proporții însemnate de element deficitar (staniul) sînt înlocuite cu element mai ușor de procurat (plumbul). Compozițiile chimice ale aliajelor cupru-plumb-staniu, precum și caracteristicile fizico-mecanice sînt redate în tabelul 4.12.
Aceste tipuri de bronzuri cu plumb au domenii de utilizare foarte diverse: lagăre pentru presiuni specifice mari, piese supuse la coroziune etc. Acestea au caracteristici mecanice ceva mai reduse, mai ales din punctul de vedere al durității, dar se caracterizează prin proprietățile antifricțiune ridicate.

Aliaje cu bază de aluminiu. Aliajele cu bază de aluminiu prezintă o serie de avantaje, printre care conductibilitate termică și electrică ridicată, caracteristici mecanice rezistente la coroziune și capacitate de prelucrare mare.
Dintre aliajele cu bază de aluminiu pentru turnătorie cele mai întrebuințate sînt cele cu siliciu, magneziu, cupru și zinc. De fapt, sînt standardizate (STAS 201/2-77) cinci grupe de aliaje:
— provenite din recuperări și deșeuri;
— cu elementul principal de aliere cuprul;
— cu elementul principal de aliere siliciul;
— cu elementul de aliere principal magneziul;
— cu elementul principal de aliere zincul.
În tabelul 4.13 sînt redate prevederile standardizate privind limitele principalelor elemente de aliere ale aliajelor pe bază de aluminiu.
În tabelul 4.14 se dau, pentru aceste aliaje, principalele caracteristici mecanice. Și aceste tipuri de aliaje cu domenii de utilizare dintre cele mai diverse: piese puternic solicitate, pistoane și chiulase-motor, piese rezistente la coroziune, piese turnate sub presiune etc.

Aliaje cu bază de nichel. Cele mai utilizate sînt aliajele de tip monel și aliajele pentru electrotehnică. Aliajele monel au rezistențe de rupere la tracțiune și plasticitate ridicată, sînt rezistente la acizi și la temperaturi înalte. Din ele se execută aparatură medicală și pentru industria chimică și textilă.

Aliaje cu bază de zinc. Aliajele pe bază de zinc se utilizează mai ales pentru turnarea sub presiune sau pentru aliaje pentru lagăre. Pentru

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.11

COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALIAJELOR CUPRU-ALUMINIU (bronzuri cu aluminiu) TURNATE ÎN PIESE (STAS 198/2-75) i

Marca (denumirea veche)	Compoziția chimică, %						Tip de turnare	Caracteristici mecanice			Utilizare
	Al	Fe	Ni	Mn	Cu	Impurități		R_m N/mm²	Alungirea %	HB	
CuAl9 (BzAl9T)	8–10	–	–	–	Rest	0,7	F C	340 390	15 16	80 90	Armături pentru industria chimică
CuAl9Fe3 (BzAl9FeT)	8–10,5	2–4	–	–	Rest	0,85	F C	440 490	10 12	9 100	Piese pentru pompe, industria chimică
Cu19Fe5Ni5 (BzAl9FeNiT)	8–10,5	4–6	9–6,5	Max. 1,5	Rest	0,6	F C	540 590	10 10	110 120	Piese rezistente la coroziune chimică și termică
CuAl10Fe3 (BzAl10FeT)	8,5–11	2–4,5	–	–	Rest	0,6	F C	490 540	12 14	100 110	Piese cu stabilitate dimensională între 200...200°C
CuAl10Mn2Fe3	8,5–11	2–4	–	1,2–2,5	Rest	1,0	F C	440 490	12 12	90 100	Piese rezistente la coroziune pentru industria ușoară

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.12

ALIAJE CUPRU-PLUMB-STANIU (BRONZ CU PLUMB) TURNATE ÎN PIESE (STAS 1512-75)

Marca aliajului (marca veche)	Compoziția chimică, %						Tip de turnare	Caracteristici mecanice			Utilizare
	Pb	Sn	Ni	Zn	Cu	Impurități		Rezistența de rupere N/mm²	Alungire %	HB	
CuPb 25 (BzPb 25)	23–27	0–0,8		—	Rest	0,8	C	50	25	23	Lagăre pe cuzineți pentru motoare sau pompe
CuPb20Sn5	18–23	3,5–6	Max. 2,5	Max. 3	Rest	0,5 (exclusiv Fe și P)	F C	150 170	5 7	50 55	Lagăre cu presiuni specifice mari, dar la viteze reduse
CuPb15Sn8 (BzSnPb15)	13–17	7–9	Max. 2	Max. 3	Rest	0,5 (exclusiv Sb)	F C	140 190	5 5	55 60	Material rezistent la frecare și la coroziune, la presiuni specifice mari
CuPb10Sn10 (BzSnPb10)	8–11	9–11	Max. 1,5	Max. 1	Rest	0,35 (exclusiv Sb)	F C	170 200	7 6	65 70	Idem, la o bună ungere, rezistînd la foarte mari încărcări
CuPb7Sn7Zn3*)	5–8	6–8	Max. 1	2–5	Rest	—	F C	200 220	12 12	55 60	Lagăre de mașini cu solicitări mari
CuPb5Sn10*) (BzSnPb5)	4–6	9–11	Max. 1,5	—	Rest	0,35	F C	190 240	14 12	70 80	Material rezistent la uzură în medii agresive. Se utilizează la încercări specifice reduse

*) Nu se recomandă utilizarea

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.13

COMPOZIȚIILE CHIMICE ALE ALIAJELOR DE ALUMINIU TURNATE ÎN PIESE (STAS 201/2-71)

Marca aluajjului *)	Compoziția chimică, %									
	Cu	Si	Mg	Mn	Ni	Zn	Ti	Cr	Al	Impurități
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A TO	—	—	—	—	—	—	—	—	Min. 90	10
ATN Cu 4 Si	4—5	0,8—1,2	—	—	—	—	—	—	Rest	0,
ATN Cu 4 Ti										
ATC Cu 4 Ti	4—5	—	—	—	—	—	—	—	Rest	0,2
ATN Cu 4 Mg Ti	4—5	—	1,15—0,35	—	—	—	0,5—0,35	—	Rest	0,2
ATC Cu 4 Mg Ti										
ATN Cu 4 Ni 2 Mg 2					—	—	0,5—0,35	—	Rest	0,2
ATC Cu 4 Mi 2 Mg2	3,5—4,5	—	1,2—1,8	—						
ATN Cu 8	7—8,5	—	—	—	1,7—2,3	—	—	—	Rest	0,2
ATC Cu 8										
AT Cu 10 Mg	9—11,0	—	0,15—0,35	—	—	—	—	—	Rest	0,5
ATC Cu 10 Mg										
ATN Si 2 Mg	—	1,8—2,3	0,5—0,8	0,6—0,8	—	—	—	—	Rest	0,2
ATC Si 2 Mg										
ATN Si 4 Mg	—	3,5—4,8	0,5—0,9	0,6—0,8	—	—	—	—	Rest	0,2
ATC Si 4 Mg										
ATP Si 5 Mg Fe	—	4—7	0,5—0,9	0,5—0,9	—	—	—	—	Rest	0,5
ATN Si 5 Cu 1										
ATC Si 5 Cu 1	1,0—1,5	5—6	0,3—0,6	0,2—0,5	—	—	—	—	Rest	0,2
ATP Si 5 Cu 1										
ATN Si 5 Cu 3	2—4,5	4—6,5	—	0,2—0,7	—	—	—	—	Rest	0,2
ATC Si 5 Cu 3										
ATP Si 5 Cu 3										

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ATN Si 6 Cu 4 ATC Si 6 Cu 4 ATP Si 6 Cu 4	3—5	5—7	—	0,2—0,6	—	—	—	—	Rest	0,3
ATN Si 7 Mg ATC Si 7 Mg	—	6,5—7,5	0,2—0,5	0,2—0,6	—	—	0,1—0,2	—	Rest	0,2
ATP Si 7 Mg Me ATP Si 8 Cu 3	— 2,5—4,5	6,5—7,5 7—9,5	0,2—0,5 —	0,2—0,6 0,2—0,6	— —	— —	0,1—0,2 —	— —	Rest Rest	0,2 0,6
ATN Si 9 Mg Mn ATC Si 9 Mg Mn	—	9—10,0	0,2—0,5	0,2—0,5	—	—	—	—	Rest	0,1
ATN Si 10 Mg ATC Si 10 Mg	—	9—10,0	0,15—0,4	0,2—0,6	—	—	—	—	Rest	0,2
ATP Si 10 Mg Fe ATC Si 10 Cu 3 Mg A TPSi10Cu3MgFe	— 3—4,0 2—4	9—11,0 9,5—11,5 9,5—11,5	0,15—0,4 1—1,4 0,5—1,5	0,2—0,6 0,1—0,4 0,2—0,6	— — —	— — —	— 0,1—0,2 0,1—0,2	— — —	Rest Rest Rest	0,3 0,2 0,3
ATN Si 12 ATC Si 12	—	11,0—13,5	—	0,2—0,5	—	—	—	—	Rest	0,3
ATP Si 12 Fe ATP Si 12 Mg Fe	— —	11—13,5 11—13,5	— 0,2—0,5	0,2—0,5 0,2—0,5	— —	— —	— —	— —	Rest Rest	0,3 0,2
ATN Si 12 Mg MnTi ATC Si 12 Mg MnTi ATP Si 12 Mg MnTi	—	11—13,5	0,2—0,5	0,2—0,5	—	—	0,1—0,2	—	Rest	0,2
ATN Si 12 Cu Mg Ni ATC Si 12 Cu Mg Ni ATP Si 12 Mg Ni Cu	0,8—1,5	11—13,5	0,8—1,5	0,2—0	0,8—1,3	—	0,1—0,2	—	Rest	0,2

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ATN Si 18 Cu Mg Ni ATC Si 18 Cu Mg Ni ATP Si 18 Cu Mg Ni	0,8—1,5	16—19	0,8—1,3	0,1—0,3	0,8—1,3	—	0,05—0,2	—	Rest	0,2
ATN Mg 3 Si	—	0,9—1,3	2,0—4,5	0,3—0,6	—	—	0,05—0,2	—	Rest	0,2
ATC Mg 6	—	—	5—7	0,2—0,4	—	—	—	—	Rest	0,2
UTN Mg 6 ATP Mg 6 Fe	—	—	5—7	0,2—0,4	—	—	—	—	Rest	0,2
ATP Mg 9 Si	—	0,5—2,5	7—10	0,2—0,5	—	—	—	—	Rest	0,2
ATN Mg 10										
ATC Mg 10	—	—	8,5—10,5	0,2—0,5	—	—	0,05—0,2	—	Rest	0,2
ATP Mg 10 Fe	—	—	8,5—10,5	0,2—0,5	—	—	0,05—0,2	—	Rest	0,2
ATN Zn 5 Mg ATC Zn 5 Mg	0,15—0,35	—	0,4—0,7	—	—	4,5—6	0,1—0,3	0,15—0,4	Rest	0,2
ATN Zn 10 Si 7										
ATC Zn 10 Si 7	—	6—8,0	0,1—0,3	—	—	7—12	—	—	Rest	0,2
ATP Zn 10 Si 7 Fe	—	6—80	0,1—0,3	—	—	7—12	—	—	Rest	0,3

*) ATN — pentru aliaje turnate în forme, din amestec de formare; ATC — pentru aliaje turnate în cochile; ATP — pentru aliaje turnate sub presiune.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.14

CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALIAJELOR CU BAZĂ DE ALUMINIU (STAS 201/2-71)

(M — fără tratament; R — recoacere; I — îmbunătățiri; C — călire)

Marca	Starea de livrare	Rezistența de rupere la tracțiune N/mm²	Alungirea %	Duritatea Brinell *HB*
1	2	3	4	5
ATN Cu 4 Si	M	110	6	50
	C	190	6	55
ATN Cu 4 Ti	C	290	3	95
	C	270	5	85
ATC Cu 4 Ti	I	320	7	95
	C	310	8	90
ATN Cu 4 Mg Ti	I	250	1	85
	C	270	3	90
ATC Cu 4 Mg Ti	I	270	8	90
	C	290	3	95
ATC Cu 4 Ni 2 Mg 2	M	150	0,5	70
	C	220	0,5	85
ATC Cu 4 Ni 2 Mg 2	M	170	0,5	70
	C	240	0,8	95
ATN Cu 8	M	120	1	50
ATC Cu 8	M	130	2	55
ATN Cu 10 Mg	M	140	1	70
	C	150	0,5	80
ATC Cu 10 Mg	M	160	1	75
	R	170	1	110
	C	270	0,5	125
ATN Si 2 Mg	C	210	1	80
ATC Si 2 Mg	C	240	1	90
ATN Si 4 Mg	M	130	1	50
	C	190	1	80
ATC Si 4 Mg	M	130	2	55
	C	240	1	85
ATP Si 5 Mg Fe	M	150	1	55
ATN Si 5 Cu 1	M	150	1	65
	C	200	0,5	80
ATC Si 5 Cu 1	M	160	1	50
	C	220	0,5	85
AT PSi 5 Cu 1	M	180	1	55
ATN Si 5 Cu 3	M	130	1	45
	C	210	2	60
ATC Si 5 Cu 3	M	180	2	50
	C	260	2	65
ATP Si 5 Cu 3	M	180	1	55
ATN Si 6 Cu 4	M	150	1	60
ATC Si 6 Cu 4	M	170	1	70

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.14 (continuare)

1	2	3	4	5
ATP Si 6 Cu 4	M	200	0,5	70
ATM Si 7 Mg	M	130	2	55
	C	200	1	75
ATC Si 7 Mg	M	160	2	60
	C	220	1	80
ATP Si 7 Mg Fe	M	160	1	60
ATP Si 8 Cu 3	M	200	0,5	70
ATN Si 9 Mg Mn	C	240	2,5	100
ATC Si 9 Mg Mn	C	260	1	110
ATN Si 10 Mg	M	150	2	50
	C	200	1	75
ATC Si 10 Mg	M	160	2	60
	C	220	1	80
ATP Si 10 Mg Fs	M	200	1	70
ATC Si 10 Cu 3 Mg	M	150	1	85
	I	200	0,5	110
	C	240	0,3	110
ATP Si 10 Cu 3 Mg Fe	M	200	0,5	70
ATN Si 12	M	160	2	45
ATC Si 12	M	180	3	50
ATP Si 12 Fe	M	200	1	60
ATP Si 12 Mg Fe	M	240	0,5	65
ATN Si 12 Mg Mn Ti	M	110	2	50
ATC Si 12 Mg Mn Ti	M	120	2	50
ATP Si 12 Mg Mn Ti	M	150	1	60
ATN Si 12 Cu Mg Ni	M	170	1	60
	I	180	1	70
ATC Si 12 Cu Mg Ni	M	140	1	70
	R	180	—	85
	I	200	—	100
ATP Si 12 Cu Mg Ni	M	180	—	100
ATN Si 18 Cu Mg Ni	M	120	—	80
	I	170	—	95
ATC Si 18 Cu Mg Ni	M	150	—	90
	R	180	—	110
	I	200	—	110
ATP Si 18 Cu Mg Ni	M	200	—	100
ATN Mg 3 Si	M	130	3	45
	C	180	2	60
ATC Mg 3 Si	M	150	7	50
	C	210	3	65
ATN Mg 6	M	150	2	50
	C	170	3	70
ATC Mg 6	M	150	2	55
	C	170	1	60
ATP Mg 6 Fe	M	170	1	60
ATP Mg 9 Si	M	180	1	7

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.14 (continuare)

1	2	3	4	5
ATN Mg 10	M	150	1	65
	R	200	6	75
	C	240	4	75
ATC Mg 10	M	200	6	70
ATP Mg 10 Fe	M	80	1	70
ATN Zn 5 Mg	C	180	3	60
ATC Zn 5 Mg	C	180	3	65
ATN Zn 10 Si 7	M	190	2	65
ATC Zn 10 Si 7	M	240	1	85
ATP Zn 10 Si 7 Fe	M	170	1	60

turnarea sub presiune se folosesc aliaje cu bază de zinc, avînd ca elemente de aliere aluminiul și cuprul. Aceste aliaje sînt utilizate în construcția de automobile și în industria electrotehnică, la turnarea diverselor piese și armături, cum și pentru executarea matrițelor pentru presarea obiectelor din materiale plastice. Din aliaje pe bază de zinc se realizează piese turnate sub presiune (tabelul 4.15), în conformitate cu prevederile STAS 6925/1-76.

Tabelul 4.15

COMPOZIȚIILE CHIMICE ȘI CARACTERISTICILE MECANICE ALE ALIAJELOR PE BAZĂ DE ZINC (STAS 6925/1-76)

Marca aliajului	Compoziția chimică, %					Caracteristici mecanice			
	Al	Cu	Mg	Zn	Impurități	Mod de turnare	Rezistența de rupere N/mm²	Alungire %	Duritatea *HB*
Zn Al 4 T	3,5—4,3	max. 0,03	0,02—0,06	Rest	0,2	P	250	1,5	70
Zn Al 4 Cu 1 T	3,5—4,3	0,75—1,25	0,02—0,06	Rest	0,2	P	270	2,0	80
						N	180	0,5	70
						C	200	1,0	70
						P	300	2,0	90
Zn Al 4 Cu 3 T	3,5—4,3	2,5—3,4	0,02—0,06	Rest	0,2	N	200	1,5	85
						C	230	2,0	90
Zn Al 6 Cu 1 T	5,6—6,3	0,75—1,25	max. 0,005	Rest	0,2	N	180	1,0	70
						C	200	3,0	80

Scanned with OKEN Scanner

Aliaje pe bază de staniu și plumb. Aceste aliaje se folosesc la executarea cuzineților, lagărelor de alunecare. În tabelul 4.16 se redau pentru aceste aliaje compozițiile chimice, durităților și indicațiile de utilizare (STAS 202-73). Aliajele pe bază de plumb cu adaosuri de antimoniu, staniu, cupru și arsen se folosesc mai ales ca aliaje tipografice. În tabelul 4.17 se dau compozițiile chimice ale unor asemenea aliaje tipografice (STAS 4440-76).

Aliaje pe bază de titan. Caracteristicile mecanice și proprietățile anticorozive ale aliajelor pe bază de titan prezintă un interes deosebit pentru industria modernă, mai ales pentru construcția de avioane și de nave. Utilizarea aliajelor pe bază de titan în locul oțelurilor speciale la avioanele cu reacție permite reducerea apreciabilă a greutății acestora. Aliajele pe bază de titan, deși sînt cu mult mai ușoare decît fontele și oțelurile, au rezistențe mecanice superioare (chiar de 2—3 ori). Extinderea utilizării lor este împiedicată încă de dificultățile întîlnite de tehnologia de producere a acestora.

3. PROPRIETĂȚILE DE TURNARE ALE METALULUI LICHID

Proprietățile de turnare caracterizează metalele și aliajele ca materiale de turnare. Prin acestea se deosebesc la turnare diferitele aliaje, caracterizîndu-se comportarea la obținerea diferitelor piese a fontelor, oțelurilor și diferitelor aliaje neferoase. Cele mai importante proprietăți de turnare sînt:

— fluiditatea;
— contracția și fenomenele legate de aceasta;
— segregația;
— tendința de formare a suflurilor.

3.1. FLUIDITATEA

Fluiditatea este proprietatea prin care se caracterizează capacitatea de umplere a cavităților formelor și pieselor turnate și de a da contururile bine determinate. Fluiditatea depinde în primul rînd de proprietățile metalului lichid (viscozitatea, tensiunea superficială), de proprietățile formei (materialul formei, forma geometrică, starea cavității, vopseaua aplicată etc.) și de condițiile de umplere (temperatura de turnare, presiunea de turnare).

Pentru caracterizarea proprietăților de turnare ale metalelor lichide, a fluidității acestora, se impune să se mențină constante proprietățile formei și condițiile de umplere. Astfel s-au stabilit probe pentru carac-

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.16

COMPOZIȚIILE CHIMICE ȘI DURITATEA ALIAJELOR ANTIFRICȚIUNE PE BAZĂ DE STANIU, PLUMB ȘI ALUMINIU (STAS 202-73)

Marca aliajului	Compoziția chimică, %						Alte elemente	Duritate *HB*	Domeniul de utilizare
	Sn	Sb	Cu	Pb	Al	Mg			
Y-Sn 89	88—90	7—8	3—4	—	—	—	— —	—	Turnare în lagăre
Y-Sn 83	82—84	10—12	5,5—6,5	—	—	—	—	25—35	Cuzineți la turbine și locomotive
Y-Sn 80	79—81	11—13	5—7	1—3	—	—	—	24—30	Electromotoare, generatoare
Y-Pb Sn 10	9,5—12	14,5—16,5	0,5—1,5	Rest	—	—	—	23—32	Cuzineți la turații mari
Y-Pb Sn 6	5,5—6,5	16—18	—	Rest	—	—	As 0,7—0,8 Cd 0,8—0,9 Ni 0,8—1,1	22—31	Mașini cu turații sub 500 rot/min
Y-Pb Sn 5	4—5,5	9—12	0,3—0,6	Rest	—	—	—	—	Cuzineți pentru vagoane
Y-Pb 98	—	—	—	Rest	0,02—0,04	0,22—0,25	Ca 0,65—0,72 Na 0,58—0,66	30—39	Cuzineți pentru vagoane
Y-Al Sb 5	—	4—5,5	—	—	Rest	0,3—0,7	— 2	5—28	Cuzineți pentru motoare Disel, autovehicule și tramvaie
Y-Al Sn 6 Cu Ni	6,5—7,0	0,25—0,35	0,7—0,2	—	Rest	0,25—0,35	Ni 0,7—1,2 Si 0,4—0,6	Min. 45	Cuzineți pentru lagăre solicitate la uzură
Y-Pb Sn 6 Sb 6	5,5—6,5	5,5—6,5	—	Rest	—	—	—	18	Cuzineți subțiri la autocamioane

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.17

CARACTERISTICILE CHIMICE ALE ALIAJELOR TIPOGRAFICE, % (STAS 4440-76)

Marca aliajului	Simbolizare	Sn	Sb	Pb	Fe max.	As max.	Bi max,
Pb Sn 5 Sb 12	L 5/12	4,5—5,5	11,5—12,5	Rest	0,05	0,10	0,12
Pb Sn 9 Sb 19	M 9/19	8,5—9,5	18,5—19,5	Rest	0,05	0,10	0,12
Pb Sn 7 Sb 16	M 7/16 (S 7/16)	6,5—7,5	15,5—16,5	Rest	0,05	0,10	0,12
Pb Sn 7 Sb 27	C 7/27	6,5—7,5	26—28	Rest	0,05	0,10	0,12
Pb Sn 30 Sb 6	Ac 30/6	29—31	5—7	Rest	0,05	0,1	0,12
Pb Sn 5 Sb 28	Ac 5/28	4,5—5,5	27—29	Rest	0,05	0,1	0,12

Scanned with OKEN Scanner

terizarea aliajelor lichide din punctul de vedere al fluidității, atît pentru forme din amestecuri de formare (probe spirale) sau forme metalice (proba U, proba pană, proba harfă etc.).
Probele de fluiditate se mai utilizează în practică pentru aprecierea temperaturii aliajelor feroase. În acest caz, menținîndu-se constante proprietățile formei, viteza de turnare și compoziția chimică fluiditatea și chiar temperatura aliajului se pot aprecia prin lungimea de umplere. Pînă la limitele practice utilizate, creșterea temperaturii implică sporirea lungimii de umplere (în cazul fontelor creșterea temperaturii cu 10°C înseamnă mărire a lungimii spirale cu 4 cm).
Fluiditatea mai depinde și de compoziția chimică. Astfel, fluiditatea fontei se mărește prin creșterea conținutului de carbon, fosfor, siliciu și mangan; practic, se utilizează numai carbon și fosfor.
Fluiditatea fontei hipoeutectice este cu atît mai mare cu cît conținutul de carbon este mai mare. Valoarea maximă a fluidității corespunde compoziției eutectice, după care scade cînd conținutul depășește valoarea eutectică. Această ultimă observație corespunde legii care se confirmă atît la aliajele feroase cît și la cele neferoase că fluiditatea scade odată cu creșterea intervalului de solidificare. Din acest motiv, oțelurile au fluidități mult mai scăzute decît fontele; din oțeluri nu se pot executa, în condiții obișnuite, piese cu pereți mai subțiri de 5 mm.
Probele de fluiditate se pot folosi atît pentru analiza caracteristicilor aliajelor, ele servind însă mai ales pentru aprecierea caracteristicilor de turnare ale aliajelor lichide din care se vor turna piese mari.

3.2. CONTRACȚIA

Micșorarea dimensiunilor piesei în comparație cu dimensiunile modelului se numește contracție. Contracția se analizează atît din punctul de vedere al dimensiunilor, cît și al volumului. Scăderea dimensiunilor pieselor turnate este definită de *contracția liniară*, iar scăderea volumului piesei de *contracția volumică*.
Mărimea contracției depinde în general de compoziția chimică a aliajelor, de gradul de îndesare a formei, de rezistența miezului, de configurația piesei, de supraîncălzirea metalului lichid, de conductibilitatea formei, de condițiile de turnare etc.
Tocmai datorită influenței deodată a mai multor factori și schimbării stării de agregare (de la lichidă la solidă) contracția metalelor și aliajelor în piese este greu de determinat prin calcul. De obicei, valoarea ei se determină pe calea experimentală. Există o serie de metode și de aparate pentru determinarea contracției liniare, cea mai simplă metodă fiind executarea unui epruvete cu dimensiunile 25 × 25 × 300 mm, între capetele unei dispozitiv calibrat de oțel. După solidificare și răcire,

Scanned with OKEN Scanner

se măsoară lungimea probei; diferența este tocmai contracția, care raportată la 100 mm este procentul contracției liniare. Modificarea în timp a dimensiunii se realizează cu aparate speciale, care permit trasarea curbei de variație liniară în intervalul de la temperatura solidus pînă la temperatura obișnuită.

Cunoașterea exactă a valorilor contracției are mare importanță la piesele mari și de precizie ridicată.

Pentru asigurarea unei contracții normale este necesar a se lua următoarele măsuri de prevenire:

— asigurarea unei răciri încete;

— încălzirea formei înainte de turnare, în secțiunile periculoase, înlesnindu-se mersul normal al contracției prin egalarea vitezei de răcire în diferite secțiuni;

— turnarea cu viteze relativ reduse (pentru asigurarea egalării cît mai rapide a temperaturii în toată forma);

— evitarea îndoirii prea puternice, care are drept urmare reducerea contracției;

— alimentarea corectă cu metal lichid a piesei;

— evitarea retopirii repetate la fonte.

Consecința negatoivă a contracției aliajelor este formarea, în piesele turnate, a retasurilor și tensiunilor interne și, legat de tensiuni, a deformărilor și fisurilor.

Retasurile. Solidificarea pieselor începe cu apariția unei cruste solide de metal, în interior aflîndu-se încă metal lichid. Volumul acestei cruste se contractă, în timp ce metalul necesar umplerii lipsește. Din această cauză, în interiorul piesei se formează un gol numit retasură.

Retasura se formează în părțile groase, deoarece părțile subțiri, solidificîndu-se primele, se alimentează cu metal lichid din cele mai groase. Din aceeași cauză, retasurile apar și în părțile superioare ale pieselor. Mijlocul cel mai eficace pentru combaterea retasurilor este aplicarea maselotelor.

Factorii care influențează valorile contracției determină volumul, forma și repartizarea retasurilor. Condițiile pentru obținerea unor retasuri mici, concentrate sau chiar pentru eliminarea acestora sînt:

— elaborarea unui aliaj cît mai apropiat de compoziția eutecticului:

— turnarea la temperaturi corespunzătoare (retasurile sînt concentrate și, de cele mai multe ori, exterioare) și viteze mici;

— asigurarea unei solidificări dirijate:

— supraîncălziri mici;

— egalizarea vitezei de răcire;

— alegerea rațională a locurilor de plasare a alimentatoarelor;

— aplicarea maselotelor și răcitoarelor.

Scanned with OKEN Scanner

Tensiunile interne. Tensiunile interne care apar în piesele turnate pot avea valori așa de mari încît acestea pot deveni inutilizabile. Din acest motiv s-a acordat o deosebită atenție studierii modului de formare și căilor practice de reducere a lor.
De cele mai multe ori, crăpăturile la rece sau la cald se datoresc apariției unor piedici în calea contracției libere. Acestea se mai datoresc și altor fenomene care însoțesc procesul de răcire a piesei în formă. Cu cît valoarea contracției este mai mare, cu atît tendința de formare a crăpăturilor este mai pronunțată. Din contră, fontele, care se dilată la solidificare, au tendință minimă de crăpare în intervalul de solidificare sau imediat după solidificare.
Cu cît valoarea conductibilității termice este mai mică iar cea a coeficientului de dilatare, a modulului de elasticitate este mai mare cu atît tendința de frînare a crăpăturilor la rece este mai pronunțată. Rezultă că posibilitatea de apariție a crăpăturilor la rece este mai pronunțată la oțeluri, fonte albe și fonte aliate.
Mărimea și natura defectelor care apar ca urmare a tensiunilor interne depind de compoziția chimică a metalului lichid, de materialele de formare, de temperatura de turnare și de condițiile de răcire în formă. Determinarea tensiunilor interne permanente ale unui aliaj se face pe baza apariției deformațiilor datorită acestor tensiuni.
Principalele căi pentru reducerea tensiunilor interne sînt;
— construirea de piese cu variații mici a grosimii de perete, fără unghiuri ascuțite etc.;
— aplicarea unor nervuri de contracție;
— accelerarea răcirii părților mai groase (prin aplicarea răcitoarelor, prin deschiderea formelor mai devreme etc.);
— modificări constructive;
— tratamente termice.

3.3. SEGREGAȚIA

Segregația este repartizarea neomogenă a elementelor chimice în piese. Dacă la solidificare apar combinații cu temperatura de topire mai ridicată decît masa de lichid, ele se separă în funcție de greutatea specifică. Dacă sînt mai ușoare, ies la suprafață, dacă sînt mai grele, se depun.
Segregațiile pot fi:
— dendritice (neomogenitatea cristalelor depuse);
— zonare (neomogenități spațiale în piese).
Segregația zonară se obține la răcirea bruscă și neuniformă a diferitelor părți ale piesei , secțiunile subțiri răcindu-se mai repede decît cele groase iar cele periferice mai repede decît cele centrale. Fosforul, sulful și carbonul favorizează segregarea aliajelor feroase.

Scanned with OKEN Scanner

Segregarea, împreună cu dificultăţile pe care le determină, se poate preîntîmpina sau micşora prin următoarele măsuri:
— stabilirea unei forme constructive a piesei care să asigure solidificarea simultană a tuturor părţilor acesteia;
— alegerea compoziţiei chimice cu o concentraţie cît se poate mai mică în elemente care favorizează segregaţia (la fontă, în special, conţinutul de fosfor);
— construcţia piesei fără variaţii bruşte de volum;
— amestecarea completă, urmată de turnarea imediată a aliajelor care se compun din elemente puternic separabile prin greutatea specifică;
— scurtarea duratei de turnare şi solidificare.

3.4. TENDINŢA DE FORMARE A SUFLURILOR

Toate metalele şi aliajele, în stare lichidă sau solidă, au proprietatea de a dizolva gaze; cu cît temperatura metalului lichid este mai înaltă, cu atît este capabil să dizolve o cantitate mai mare de gaze (alamele speciale pot dizolva pînă la de 26 ori propriul volum). Cu scăderea temperaturii, la solidificare, piesele elimină o parte din gaze, cealaltă rămînînd în interior. Cantitatea de gaze rămasă în piese depinde mai ales de viteza de solidificare. Cu cît se trece mai repede din starea lichidă în starea solidă, cu atît această cantitate este mai mare. La răciri încete există timp pentru degajare de gaze.
Rămînerea gazelor în piesele turnate înrăutăţeşte calitatea, iar uneori determină chiar rebutarea acestora. Defectul se numeşte *suflură provenită din metal.*
Ca principalele măsuri pentru reducerea suflurilor provenite de metal se evidenţiază:
— îndepărtarea din încărcătură a materialelor generatoare de gaze;
— evitarea elaborării şi turnării metalelor în stare pură sau în sistemul elaborării cu îndepărtarea avansată a tuturor elementelor ca mai apoi să se adauge alte elemente de aliere (în stare tehnic pură şi evident în stare chimic pură, metalele dizolvă cantităţi mari de gaze); acesta este motivul pentru care oţelurile dizolvă cantităţi mai mari de gaze decît fontele;
— evitarea supraîncălzirilor locale sau, mai ales, a supraîncălzirilor exagerate la elaborare (elaborarea la temperatură înaltă permite decantarea mai uşoară a tuturor incluziunilor, indiferent de tipul acestora); la temperaturi prea înalte se dizolvă mai multe gaze;
— asigurarea unui regim optim de turnare (în special în ce priveşte temperatura de turnare şi viteza de turnare turnarea de la înălţimi mici şi neîntreruperea jetului de metal la turnare;

Scanned with OKEN Scanner

— proiectarea construcției pieselor respectînd principiul solidificării dirijate;
— asigurarea unor viteze de solidificare scăzute.

4. MATERIILE PRIME FOLOSITE LA ELABORAREA ALIAJELOR

Materiile prime folosite la elaborarea aliajelor lichide sînt foarte variate. Această mare varietate este întîlnită atît în secțiile de elaborare a aliajelor neferoase, cît și în acelea ale fontelor și oțelurilor. Pentru elaborarea fontelor și oțelurilor se utilizează: fontă veche și fier vechi (tabelul 4.18) fontă brută (tabelul 4.19), și feroaliaje (tabelul 4.20).
Fontele brute au largă utilizare în turnătorii; prețul lor ridicat solicită o deosebită atenție în optimizarea încărcăturilor cuptoarelor pentru reducerea proporțiilor lor. Conținutul de elemente dăunătoare (P, S etc.) este limitat, cu excepția cazurilor în care se realizează piese cu pereți subțiri și la care fosforul este admis ca element de aliere.

Tabelul 4.18

CARACTERISTICILE FONTELOR VECHI ȘI FIERULUI VECHI (STAS 6058-78)

Grupa	Sortimentul	Cod	Caracteristici de livrare
Fontă mărunțită	Calitatea I	P 6—0,1	Masa sub 46 kg/buc. (sub 300 mm)
	Calitatea II	P 6—0,2	Masa sub 60 kg/buc.
	Calitatea III	P 6—0,3	Masa sub 100 kg/buc
	Calitatea IV	P 6—0,4	Masa sub 2000 kg/buc
Așchii de fontă pregătită	Brichetat	P 7—0,1	Masa, 2 kg/brichetă
	Fontă mărunțită	P 7—0,2	Nu se admit bucăți de fier
Așchii din oțel pregătit	Așchii brichetate	P 4—01	Sub 2 kg/buc.
	Așchii	P 4—02	Sub 10 kg/buc.
	Așchii mărunte pentru brichete	P 4—03	Lungimea așchiei de max. 40 mm
	Așchii mărunte	P 4—04	Lungimea așchiei de max. 200 mm

Gospodărirea judicioasă a fontelor vechi este deci și din acest punct de vedere o absolută necesitate. Nu trebuie să fie admise piese care au lucrat la temperaturi de peste 600°C și să fie corodate de acizi și baze, sau să fie ruginite intens. Nu este dorită utilizarea pieselor din fontă emailată sau protejate prin acoperire cu Pb, Zn, Cd, Cu etc.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.19

CARACTERISTICILE FONTELOR BRUTE (STAS 880-79)

Tipul	Marca	Carbon, % (informativ)	Siliciu, %	Observații
Fonte obișnuite	FKO	3,6—4,5	1,25—1,75	Există 4 clase din punctul de vedere al manganului (0, 1, 2, și 3), 5 clase din punctul de vedere al fosforului (0, 1, 2, 5 și 9) și șase din punctul de vedere al sulfului (2, 3, 4, 5, 6 și 7)
	FK 1	3,5—4,3	1,76—2,25	
	FK 2	3,5—4,2	2,26—2,75	
	FK 3	3,5—4,2	2,76—3,25	
	FK 4	3,5—4,2	3,26—3,75	
	FK 5	3,6—4,5	0,75—1,25	
Fonte speciale	Fx 1	—	1,0 —1,5	Sînt două clase din punctul de vedere al magneziului, trei clase din punctul de vedere al fosforului și trei din punctul de vedere al sulfului (3, 5 și 7)
	Fx 2	—	1,51—2,25	
	Fx 3	—	2,26—2,75	
	Fx 4	—	0,15—0,70	
	Fx 5	—	0,10—0,80	
	Fx 6	—	0,5 —1,0	
	Fx 7	—	0,8—1,30	
Fonte silicioase	FS 1	—	13,10	—
	FS 2	—	9—1,30	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.20

CARACTERISTICILE FEROALIAJELOR UTILIZATE ÎN TURNĂTORII

Tipul feroaliajului		Compoziția chimică, %								
		Si	Mn	Cr	Al	C	Ca	P	Mo	B
Ferosiliciu (STAS 7436/75)	Fe Si 1	87—94	Max. 0,5	Max. 0,2	—	—	—	—	—	—
	Fe Si 2	72—78	Max. 0,7	Max. 0,4	—	—	—	—	—	—
	F3 Si 3	72—78	Max. 0,7	Max. 0,5	—	—	—	—	—	—
	Fe Si 4	40—47	Max. 0,1	Max. 0,6	—	—	—	—	—	—
	Fe Si 5	20—30	Max. 1,5	Max. 0,9	—	—	—	—	—	—
	Fe Si 6	12—27	Max.1,25	Max. 1,0	—	—	—	—	—	—
Feromangan (STAS 7935-74)	Fe Mn 1	2,0	80	—	—	0,5	—	—	—	—
	Fe Mn 2	2,0	80	—	—	1,0	—	—	—	—
	Fe Mn 3	1,0	80	—	—	1,5	—	—	—	—
	Fe Mn 4	2,0	80	—	—	1,5	—	—	—	—
	Fe Mn 5	2,0	75	—	—	2,0	—	—	—	—
	Fe Mn 6	2,0	80	—	—	7,0	—	—	—	—
	Fe Mn 7	2,0	76	—	—	7,0	—	—	—	—
	Fe Mn 8	4,0	70	—	—	7,0	—	—	—	—
Silicocalciu (STAS 7036-74)	Si Ca 31	59	—	—	1,5	—	31	—	—	—
	Si Ca 28	57	—	—	2,5	—	28	—	—	—
	Si Ca 23	5,5	—	—	3,0	—	23	—	—	—
Ferosilicomangan (STAS 7037-75)	Fe Si Mn 10	10—19,9	64	—	—	3,5	—	—	—	—
	Fe Si Mn 14	14—16,9	64	—	—	2,5	—	—	—	—
	Fe Si Mn 17	17—19,9	65	—	—	1,75	—	—	—	—
	Fe Si Mn 20	20—25,9	65	—	—	1,0	—	—	—	—
	Fe Si Mn 26	peste 26	60	—	—	0,5	—	—	—	—
Ferofosfor (STAS 7933-77)	Fe P 14	3,0	60	—	—	1	—	14—17,9	—	—
	Fe P 10	1,0	60	—	—	0,5	—	18—21,9	—	—
	Fe P 22	1,0	2,0	—	—	0,5	—	22—28	—	—
Feromolibden (STAS 7038-74)	Fe Mo 1	1,0	—	—	—	0,1	—	—	55	—
	Fe Mo 2	1,5	—	—	—	0,15	—	—	55	—
	Fe Mo 3	2,0	—	—	—	0,20	—	—	55	—
Ferobor (STAS 7437-78)	Fe B 2	5	—	—	12	0,2	—	—	—	4—5,9
	Fe B 6	5	—	—	12	0,2	—	—	—	6—9,9
	Fe B 10	5	—	—	12	0,2	—	—	—	19—17,9
	Fe B 18	5	—	—	0,5	1,5	—	—	—	18—24
	Fe B 18 Al	5	—	—	12	0,1	—	—	—	18—24

Scanned with OKEN Scanner

Fierul vechi este utilizate la elaborarea oţelurilor, de orice fel şi a fontelor. Acesta nu trebuie să fie oxidat sau intens atacat de baze şi acizi. Cantitatea maximă de incluziuni nu trebuie să depăşească 2%.
Feroaliajele sînt utilizate ca elemente de aliere, ca dizolvanţi sau ca modificatori.

Materialele folosite la elaborarea aliajelor neferoase sînt: metalele noi, aliajele vechi şi prealiajele. Metalele noi sînt în stare de puritate tehnică, avînd prescripţii exclusiv din punctul de vedere al elementelor chimice care influenţează proprietăţile de turnare sau caracteristicile fizico-, mecanice. Pentru aluminiu prescripţiile sînt stabilite în STAS 7607-/172 7607/2-74, pentru cupru, STAS 270-74, nichel, STAS 10502-76, plumb, STAS 663-76, staniu, STAS 10309-75, STAS 646-76.

Aliajele vechi retopite şi turnate în blocuri provin din deşeurile proprii sau din colectări (tabelul 4.21). Lucrîndu-se cu blocuri, se poate cunoaşte, prin analiză, compoziţia chimică a lor şi alcătui corespunzător încărcătura cuptoarelor.

Tabelul 4.21

TIPURILE DE ALIAJE NEFEROASE PROVENITE DIN COLECTĂRI (STAS 3017-78)

Grupa şi sortimentul	Simbol	Proveniența
1	2	3
Materiale secundare şi deşeuri de cupru	Cu/B-1 Cu/B-2 Cu/B-3	Provenite din semifabricatele în bucăţi
	Cu/S-1 Cu/S-2 Cu/S-3	Provenite din aşchiere
	Cu/Ox-1	Provenite din oxizi, zgure
	Cu/C-1	Provenite din carbon
Materiale secundare şi deşeuri de alame	CuZn/B-1 CuZn/B-2 CuZn/B-3 CuZn/B-4 CuZn/B-5 Cu Zn/B-6	Provenite din bucăţi
	CuZn/S-1 CuZn/S-2 CuZn/S-3	Aşchii

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.21 (continuare)

1	2	3
Materiale şi deşeuri de cupru-staniu (bronz cu staniu)	Cu Sn/B-1 CuSn/B-2 CuSn/B-3 CuSn/B-4	Provenite din bucăţi
	CuSn/S-1 CuSn/S-2 CuSn/S-3 CuSn/S-4	Provenite din aşchii
Materiale şi deşeuri de cupru-aluminiu	CuAl/B-1 CuAl/B-2	Provenite din bucăţi
	CuAl/S-1 CuAl/S-2 CuAl/S-3	Provenite din aşchii
Materiale secundare şi deşeuri din aliaje cupru-plumb	CuPb/B-1 CuPb/B-2	Provenite din bucăţi
	CuPb/S-1 CuPb/S-2 CuPb/S-3	Provenite din aşchii
Materiale secundare şi deşeuri din aliaje cupru-nichel-zinc	CuNiZn/B-1 CuNiZn/B-2	Provenite din bucăţi
	CuNiZn/S-1 CuNiZn/S-2	Provenite din aşchii
Materiale secundare şi deşeuri din aliaje de aluminiu	Al/B-1...Al/B-6 A Al/B-1...A Al/b-12	Provenite din bucăţi
	Al/S-1 A Al/S-1...A Al/S-8	Provenite din aşchii
	Al/C 1—Al/C-c	Provenite din aşchii
	A Al/Ox-1 A Al/Ox-2	Oxizi, cenuşi şi zgure
Materiale secundare şi deşeuri de zinc şi aliaje de zinc	Zn/B-1 Zn/B-2 Zn/B(3	în bucăţi
	Zn/S-1	Aşchii de zinc
	Zn/ox-1...Zn/Ox-8	Oxizi, cenuşi, zguri, alămuri de zinc
Materiale secundare şi deşeuri de plumb	PB/B-1...Pb/B-8	În bucăţi
	Pb/Ox-1...Pb/Ox-5	Oxizi de plumb
Materiale secundare şi deşeuri din staniu în bucăţi	Sn/B-1...Sn/B-6	În bucăţi
	Sn/Ox-1	Oxizi de staniu

Scanned with OKEN Scanner

Prealiajele se utilizează la elaborarea acelor aliaje neferoase la care alierea directă cu metale în stare pură este anevoioasă. Aceasta se întîmplă mai ales, la aliajele pe bază de aluminiu sau magneziu, cu elemente grele ca nichelul, manganul sau cuprul (în plus şi mai greu fuzibile faţă de cele de bază).

Utilizarea prealiajelor se mai recomandă şi la elaborarea aliajelor cu prescripţii severe pentru compoziţia chimică.

Introducerea directă în aliaje a unor cantităţi mici de metale uşor oxidabile sau uşor volatile este însoţită de pierderi mari. Din această cauză nu se poate asigura compoziţia chimică precisă a aliajelor. În aceste condiţii, utilizarea prealiajelor este absolut obligatorie.

Condiţiile pentru stabilirea compoziţiei chimice a prealiajelor sînt:

— conţinuturi cît mai mari de element greu fuzibil;

— temperatură de topire apropiată de a metalului de bază;

— fragilitate maximă, pentru a se putea uşor sfărîma la cîntărirea încărcăturii.

În procesul de elaborare, influenţe uneori destul de importante au combustibilii cuptoarelor. Marea diversitate a cuptoarelor utilizate la elaborarea metalelor şi aliajelor determină prezenţa în turnătorie a majorităţii combustibililor:

— solizi (cocsul de turnătorie, mangalul, sau cărbunii naturali);

— lichizi (în special păcura);

— gazoşi (gazul, metan, gazul de furnal etc.).

Este clar că în cuptoarele în care încărcătura metalică sau, mai ales, aliajul lichid este în contact direct, prescripţiile privind combustibili se referă şi la puritatea acestora din punctul de vedere al unor elemente dăuntoare. Astfel, pentru cocsul de turnătorie utilizat la elaborarea fontelor în cubilouri se prevăd prescripţii deosebite nu numai din punctul de vedere al rezistenţei la sfărîmare (la carburarea fontei este mult mai avantajos cînd în baia metalică se găsesc bucăţi mai mici de cocs), dar mai ales al conţinutului de sulf. Din acest punct de vedere, combustibilii lichizi şi gazoşi sînt mult mai indicaţi deoarece conţinuturile de sulf sînt în general mult mai mici, iar perioada de contact direct aproape că nu există.

Fondaţii sînt materialele care se adaugă în încărcătură pentru formarea unei zgure capabile să capteze impurităţile şi să protejeze baia metalică de acţiunea gazelor din cuptor. Fondanţii pentru elaborarea aliajelor feroase sînt redaţi în tabelul 4.22; pentru aliajele neferoase aceştia sînt mai mulţi şi se dau în subcapitolul respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.22

FONDANȚI PENTRU ALIAJE FEROASE

TIPUL	CARACTERISTICI
Calcar	50–53% CaO; 1,5–3,5% MgO; 0,1–0,3% S; 0,1–0,3% P; 1,5–3,3% (SiO_2+Al_2O_3)
Var	Minimum 94% CaO, maximum 2% MgO, maximum 2% (Fe_2O_3+ +Al_2O_3), maximum 1% SiO_2
Bauxită	De culoare albă, galbenă, roșie sau vinătă
Fluorină	85–92% CaF_2; 3% SiO_2; 3% $CaCO_3$

5. MATERIALE ȘI MASE REFRACTARE UTILIZATE LA ELABORARE ȘI TURNARE

Materialele refractare folosite la zidirea sau căptușirea cuptoarelor de elaborare, precum și a oalelor de turnare, suportă solicitările termice ale metalului lichid și zgurelor, acțiunile chimice ale zgurelor, solicitări mecanice de uzură la frecare. Din acest motiv, asemenea materiale trebuie să aibă apreciabile proprietăți mecanice, chimice și fizice.
În turnătorii se folosesc produse refractare de:
— șamotă (cu refractaritate și rezistență la șocuri termice mari, dar le pierde sub acțiunea oxidului feros), la cubilouri, cuptoare rotative, oale de turnare;
— silica (cu deosebită refractaritate și rezistență sub sarcină), la cuptoare electrice acide, cuptoare Martin etc.;
— magnezita (cu refractaritate deosebită dar cu rezistență mică la șoc termic), la cuptoare bazice;
— dolomita;
— cromomagnezita (are refractaritate foarte înaltă, rezistență la șoc deosebită, caracter neutru, dar deosebit de grea și scumpă), la fabricarea creuzetelor, a cuptoarelor electrice cu inducție etc.
Dimensiunile și caracteristicile cărămizilor sînt standardizate (STAS 130-76, STAS 135-77, STAS 1627/1-79, STAS 1627/2-75, STAS 136-74, STAS 8347-76, STAS 5424-67).
Pentru masele refractare plastice se poate consulta STAS 9679-76, precum și STAS 134/1-76.

Scanned with OKEN Scanner

Avînd în vedere că zidăria se distruge, de obicei de la rosturile dintre cărămizi, pentru mărirea rezistenței zidăriei cuptoarelor și oalelor de turnare în ultimul timp au început să se execute monolituri. Dacă pentru cubilouri alegerea maselor de ștampare este aproape esențial influențată de aspectele economice, pentru cuptoarele electrice acest lucru este dependentă de durabilitatea acestora. În fond economicitatea, productivitatea și durabilitatea cuptoarelor electrice (bineînțeles, acelea cu inducție, deoarece acestea sînt tot mai larg promovate), depind esențial de căptușala refractară (calitatea materialelor, compoziția și tehnologia de execuție). Durabilitatea căptușelei depinde esențial în măsură tot mai mare de proprietățile fizico-chimice ale componentelor și de compoziția lor granulometrică.

Conform cu indicațiile tehnologice larg cunoscute în prezent, la alegerea materialelor refractare să se țină seama de următoarele:

— să aibă temperaturi refractare mai înalte decît temperaturile aliajelor care se elaborează;

— să posede stabilitate termică la variații de temperatură;

— să nu reacționeze chimic cu metalul sau cu acizii acestuia, precum și cu zgura rezultată din procesul de elaborare;

— să aibă conținuturi reduse de impurități din punctul de vedere al refractirității:

— să aibă conductibilitate electrică și termică redusă (pentru a asigura și rolul de izolator termic);

— să nu fie higroscopice și să nu posede tendință de impurificare sau de a absorbi cantități mici de apă.

— să poată fi găsite în cantități mari, iar exploatarea, prelucrarea și livrarea acestora să se facă la prețuri reduse.

Avînd în vedere că atît cuptoarele cu inducție cît și oalele de turnare sînt supuse la variații bruște de temperatură, materialele refractare trebuie să aibă grade de sensibilitate redusă la aceste modificări de temperatură. Din acest punct de vedere este stabilită ordinea: carborundul, corundul, nisipul de zircon, șamota] (din acest punct de vedere total necorespunzător este magnezita).

Din căptușala cuptoarelor de inducție, partea cea mai solidă este materialul de uzură. Solicitarea se datorează contactului direct cu metalele sau aliajele în stare lichidă. Din punctul de vedere al activității chimice, materialele de uzură sînt:

— acide (cuarțul, șamota, carbura de siliciu, $SiO_2 + ZnO_2$ etc.);

— neutre [carbonice, corindonice (70—90% Al_2O_2)];

— bazice (magnezită, cromomagnezită, cromită, dolomită, forsterită etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.23

TIPURI DE CĂPTUȘELI REFRACTARE PENTRU CUPTOARELE CU INDUCȚIE

Tipul de cuptor	Aliajul elaborat	Materialele de ștampare		Durabilitatea, număr de șarje elaborat
		Material refractar	Liant	
Cu creuzet	Fontă sau oțel	Amestec de la Piatra Riioasă, Dobrogea (Măcin)	Acid boric (1,2–3%)	–
		Neutre		
	Aluminiu	80% șamotă 20% corund	–	–
		80% Șamotă 20% cuarțită		
	Neferoase grele	Acid	–	–
	Magneziu	Neutru	–	–
		Oțel		
Cu canal	Aliaje grele	Cuarțită	1,5% sticlă pisată 2% borax	1000–3500
	Zinc	78% șamotă 20% argilă 10%	Leșie sulfitică	7000–12000
	Aluminiu	65% marmură măcinată 25% argilă	10% barită cu silicat de sodiu	1000–2000
	Aluminiu	50% șamotă 20% cuarțită 20% argilă	10% barită	2600–5300
	Nichel și crom	Magnetită vitificată	2–3% borax	600–1000

În tabelul 4.23 sînt prezentate cîteva tipuri de căptușeli refractare pentru cuptoarele electrice de inducție, în funcție de tipul aliajului elaborat.

În tabelul 4.24 se prezintă alte materiale refractare, care se utilizează la căptușirea oalelor de turnare, la cubilouri și a în alte scopuri.

Mortarele refractare pentru zidărie trebuie alese în funcție de caracterul zidăriei și de condițiile de lucru din cuptorul respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.24

MASE REFRACTARE

Denumirea	Compoziția chimică	Cantitatea de apă l/m³ amestec	Utilizare
De șamote	60—70% praf de șamotă 40—30% argilă refractară	500	La căptușirea oalelor de turnare și cuptoarelor de încălzire
De silică	85—90% nisip cuarțos sau praf de silică	500	Cu liant la căptușeala cuptorului din cărămidă de silic
Cromitice	100% cromit	100—120	La astuparea crăpăturilor
Magnezitice	85—95% praf de magnezită 15—5% argilă refractară	50% apă + 50°C sticlă solubilă	La vatra cuptoarelor electrice bazice
Cuarțoase	90% nisip cuarțos 10% minereu de fier și argilă	—	La vatra cuptoarelor electrice acide
	92—94% nisip cuarțos 8—6% sticlă solubilă	—	La căptușirea cuptoarelor acide cu arc
	95—93% cuarțit 5%—7% caolin	1,5—2,5 sticlă solubilă	
	92% SnO_3 8% Al_2O_3	—	Pentru oale mari de turnare
Cuarțoasă argiloasă	75—95% nisip cuarțos 25—5% argilă	Umiditate 5%	Pentru cuptoarele rotative, la căptușirea oalelor de turnare mici

6. ELABORAREA FONTELOR CENUȘII

Chiar la nivelul de dezvoltare actuală, ritmul de sporire al producției de piese turnate de fontă depășește în multe țări peste 6%. La noi în țară, proporția actuală de 75% piese turnate din fontă va crește spre nivelul 78—80%, aceasta în detrimentul pieselor de oțel (aliajele neferoase vor ajunge de la 4,8% în 1975 la peste 6,6% în 1985). Din această situație se poate înțelege mai bine ce înseamnă, la nivelul anului 1980,

Scanned with OKEN Scanner

o producție de piese din fontă de peste 1 625 000 t (din totalul de peste 2 300 000 t piese bune turnate). Situații oarecum similare se întîlnesc și în evoluțiile prevăzute pentru turnătoriile din R.F. Germania, R. S. Cehoslovacia, Anglia, R. D. Germană etc. Ponderea importantă a fontelor se va reflacta și în prezenta detaliere tehnologică a elaborării acestor aliaje feroase.

6.1. ELABORAREA ÎN CUBILOU

Cubiloul reprezintă încă agregatul principal de elaborare a fontelor cenușii. Aceeași situație se întîlnește și în industriile de turnătorii ale altor țări. Chiar și în țări cu turnătorii dezvoltate ca acelea din R. F. Germania și U.R.S.S., cubiloul reprezintă agregatul de bază pentru cel puțin 55% din producția de fonte cenușii (la noi în țară proporția este și mai mare, depășindu-se 60%).
Fiind un agregat larg răspîndit și cunoscut, în fig. 4.12, *a* se prezintă construcția generală a unui cubilou cu antecreuzet, iar în fig. 4.12, *b* a unui cubilou fără antecreuzet (conform STAS 2839-67).
Cubilourile se clasifică după:

— profil interior:
  — cilindrice;
  — tronconice.
— natura căptușelii:
  — acidă;
  — semiacidă;
  — bazică.
— combustibilul utilizat;
  — solid;
  — mixt (și cu gaz metan și cu combustibil lichid);
— caracteristicile constructive, respectiv:
  a) după antecreuzet:
    — fără antecreuzet;
    — cu antecreuzet;
    — cu antecreuzet basculant;
  b) după numărul gurilor de vînt:
    — cu un rînd;
    — cu mai multe;
  c) după temperatura aerului:
    — cu aer rece;
    — cu aer cald;
  d) după conținutul de oxigen:
    — cu aer îmbogățit cu oxigen;
    — cu aer natural;

Scanned with OKEN Scanner

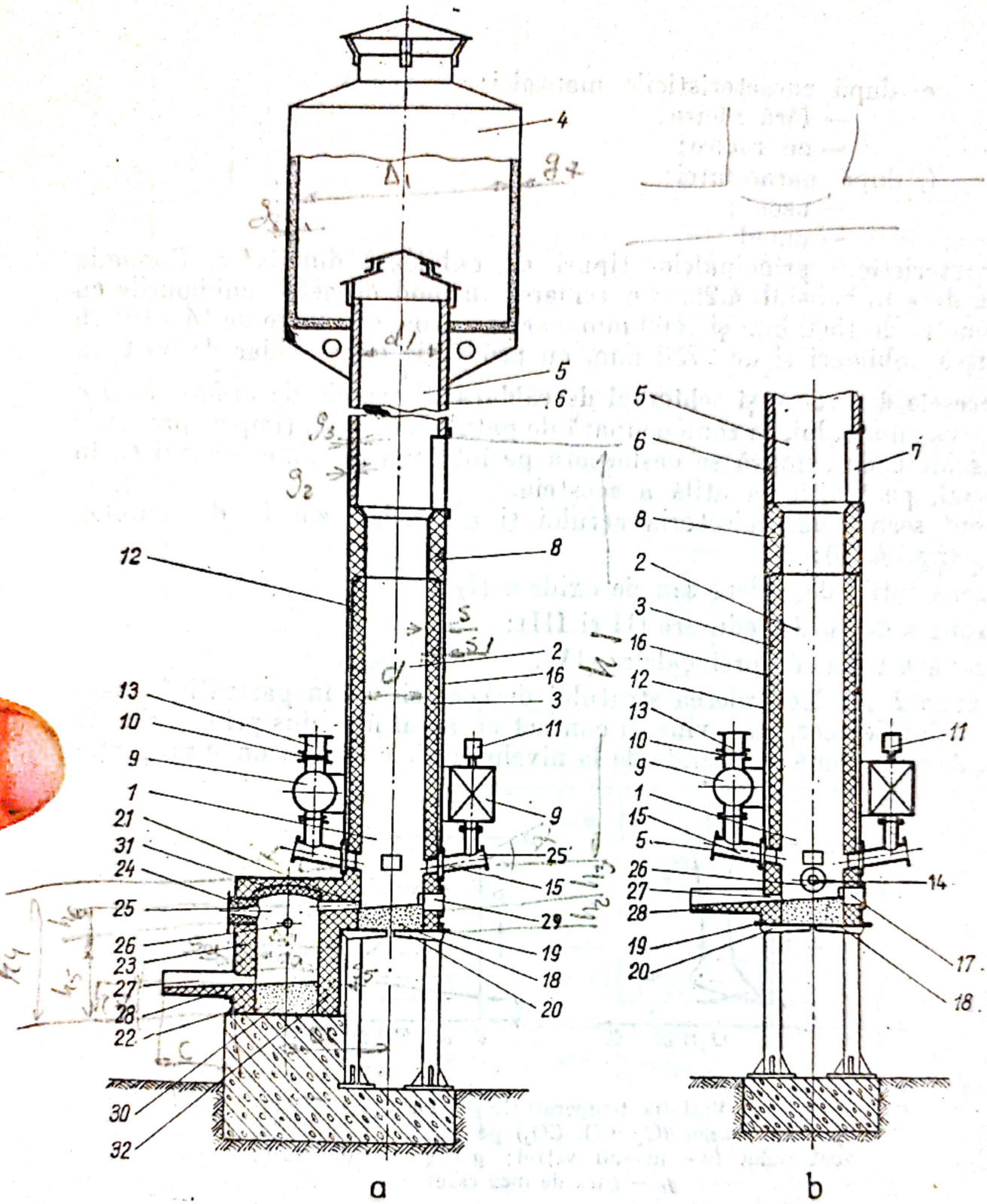


Fig. 4.12. Cubiloul:

a — cu antecruzet; *b* — fără antecreuzet;

1 — creuzet; *2* — cuvă; *3* — căptușeală cuvă; *4* — parascintei; *5* — coș; *6* — căptușeală coș; *7* — gura de încărcare; *8* — segment de protecție; *9* — conducta inelară; *10* — aparat pentru măsurarea debitului; *11* — aparat pentru măsurarea presiunii aerului; *12* — manta metalică; *13* — conductă de aer; *14* — conductă pentru evacuarea cenușii; *15* — gură de vînt; *16* — strat de dilatare; *17* — ușă de aprindere; *18* — vatră cubilou: *19* — placă de bază; *20* — dispozitiv de închidere; *21* — canal de legătură; *22* — antecreuzet; *24* — ușă de închidere; *25* — vizor; *26* — orificii pentru zgură; *27* — orificiu pentru fontă; *28* — jgheab fontă; *29* — jgheab zgură; *30* — vatră; *31* — bolta antecreuzet; *32* — căptușeală antecreuzet.

Scanned with OKEN Scanner

e) după caracteristicile mantalei:
— fără răcire;
— cu răcire;
f) după parascîntei:
— uscat;
— umed.

Caracteristicile principalelor tipuri de cubilouri din R. S. România sînt date în tabelul 4.25. Se remarcă în mod deosebit cubilourile cu diametre de 1500 mm și 1600 mm, care au producții orare de 14—18 t/h (există cubilouri și de 2750 mm, cu producție orară chiar de 50 t/h).

Procesele de ardere și schimbul de căldură. Procesele de ardere au loc în cuva cubiloului, în zona ocupată de patul de cocs, în timp ce procesele de schimb de căldură se desfășoară pe întreaga înălțime a cuvei și, în special, pe înălțimea utilă a acesteia.

Ținînd seama de traiectoria aerului și a gazelor, zonele din cubilou sînt (fig. 4.13):

— zona întîia de ardere sau de oxidare (I);

— zona a doua, de reducere (II și III);

— zona a treia, de preîncălzire (IV).

În zona *I* are loc arderea stratului de cocs situat în partea inferioară a patului de cocs, care vine în contact cu aerul introdus prin gurile de aer. Această zonă se întinde de la nivelul gurilor de aer, unde proporția

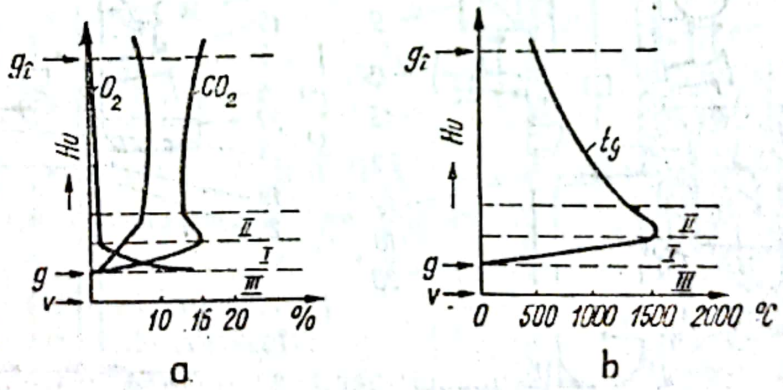


Fig. 4.13. Variația temperaturii gazelor (t_g) și a compoziției gazelor (O_2, CO, CO_2) pe înălțimea utilă a cubiloului (v — nivelul vetrei; g — gurile de vînt; g_i — gura de încărcare).

de oxigen este maximă (prezența oxigenului liber face ca zona să fie puternic oxidată).

Zona a *II*-a se întinde de la nivelul superior al zonei *I* pînă la nivelul superior al patului de cocs, înălțimea ei fiind cuprinsă, la cubilourile cu mers normal, între 500—700 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.25

CARACTERISTICILE CONSTRUCTIVE ALE CUBILOURILOR (STAS 2839-67)

Caracteristica	Producția orară, t/h (cubilouri cu aer rece)												Observații
	1,2—1,5	1,5—2,5	2,5—3,5	3,5—4,5	4,5—5,5	5,5—7,0	7,0—8,5	8,5—10	10—12	12—14	14—16	16—18	
Diametrul interior, mm	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1400	1600	Cubilouri cu un singur rînd de guri de vînt
Înălțime utilă, m	2,5—3,5	3,0—4,0	3,0—4,5	3,5 5,0	3,5—5,0	4,0—5,0	4,0—5,0	4,5—5,0	4,5—6	4,5—6	4,5 6,5	4,5—6,5	
Număr de guri de vînt	4	4	4	4	6	6	8	8	8	8	8	8	
Număr de guri de vînt la cubiloul cu două rînduri	4 4	4 4	4 4	4 4	6 6	6 6	8 8	8 8	8 8	8 8	8 8	8 8	
Diametrul antecreuzetului, mm	550	600	700	800	900	1000	1100	1200	1200	1300	1500	1600	
Înălțimea antecreuzetului, mm	1350	1450	1550	1650	1750	1850	1950	2000	2000	2050	2100	2200	
Consumul de aer, m^3/min	25	40	55	75	95	110	135	155	185	215	250	280	
Presiunea aerului la conducta inelară de aer, mm H_2O	450—500	450—600	500—700	600—800	700—900	700—900	800—1000	900—1100	950—1200	1000—1200	1100—1250	1100—1300	

Scanned with OKEN Scanner

Zona a *III-a* se întinde de la nivelul gurilor de aer pînă la vatra cubiloului, adică tot volumul creuzetului.
Zona din cuvă situată deasupra patului de cocs şi pînă la marginea inferioară a gurii de încărcare este ocupată de încărcătura care constă din straturi succesive de materiale metalice (porţii metalice) de cocs (porţii de cocs de topire) şi fondanţi (porţii de fondanţi).
Temperatura gazelor, care este ceva mai înaltă decît a metalului, scade treptat de la 1400—1500°C la nivelul inferior al zonei, pînă la 500—700°C la nivelul inferior al zonei, pînă la 500—700°C la nivelul gurii de încărcare (fig. 4.14).

Procesul de topire şi supraîncălzire a fontei. Materialele metalice (fontă brută, fonta veche, fierul vechi, feroaliajele şi deşeurile) parcurg toate zonele din cubilou. La coborîrea lor pe înălţimea cuvei şi a creuzetului cubiloului, venind în contact cu gazele fierbinţi şi cu cocsul incandescent, ele trec prin fazele de încălzire, topire şi supraîncălzire.
Încălzirea bucăţilor metalice în partea superioară a cuvei se realizează prin convecţie de la gaze, începînd de la suprafaţă spre interior. Bucăţile metalice nu se încălzesc uniform pe întreaga lor secţiune.
Topirea bucăţilor metalice începe în momentul în care temperatura produselor de ardere depăşeşte temperatura solidus şi se sfîrşeşte la depăşirea temperaturii lichidus. Cu cît aceste temoperaturi sînt mai înalte, cu atît topirea se realizează mai jos în cubilou, deci există posibilităţi mai reduse de supraîncălziri mai înalte. Topirea începe de la exteriorul bucăţilor spre interior; procesul de topire se realizează mai repede în cazul încărcăturii metalice de dimensiuni mici. Nivelul la care se sfîrşeşte topirea încărcăturii metalice depinde şi de viteza de coborîre în cubilou, precum şi de natura aliajului şi temperatura gazelor. Temperatura de început de topire a bucăţilor metalice din încărcătură depinde de compoziţia chimică şi structura iniţială, precum şi de viteza de încălzire. Toate elementele care se dizolvă în fier, carbonul în primul rînd, coboară temperatura de topire. La un mers normal al cubiloului, încărcătura metalică trebuie să se topească complet în cel mai scurt timp, în apropierea nivelului superior al patului de cocs, deci în partea superioară a zonei II, pentru ca picăturile metalice să se supraîncălzească pînă la vatra creuzetului.

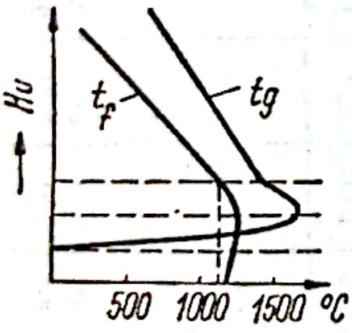


Fig. 4.14. Variaţia temperaturii gazelor arse (tg) şi a fontei (t_f) pe înălţimea utilă a cubiloului.

Factorii principali care influenţează regimul termic al cubiloului. Un regim termic mai ridicat înseamnă condiţii mai bune pentru elaborarea unei cantităţi mai mari de fontă şi cu temperatură mai înaltă, în condiţiile unui consum mai redus de cocs (bineînţeles cu implicaţiile favo-

Scanned with OKEN Scanner

rabile ale acestuia asupra economicității elaborării). Acești factori sînt:
— cantitatea și calitatea cocsului;
— cantitatea și calitatea aerului.

Consumul de cocs influențează direct productivitatea cubiloului și gradul de supraîncălzire a fontei. *Cantitatea de cocs* din patul de cocs este determinată aproape în totalitate de tipul cubiloului, deoarece mărirea patului de cocs nu influențează sensibil nivelul zonei de topire. Cu mărirea greutății porției de cocs, crește greutatea porției de încărcătură metalică și prin aceasta se coboară nivelul inferior al zonei de topire. Cu cît frecvența de încărcare este mai mare (deci o cantitate mai mică în porția de cocs de topire) cu atît rezultă o supraîncălzire mai avansată. Din acest motiv se recomandă ca să se încarce de 10—14 ori într-o oră, astfel ca înălțimea porției de cocs să fie cuprinsă între 150—200 mm. Cocsul încărcat trebuie să fie corespunzător din punctele de vedere chimic și al caracteristicilor mecanice. De asemenea, trebuie precizat că pentru obținerea unei fonte fierbinți este necesar să se folosească cocs în bucăți cu dimensiuni relativ mai mari. În prezent, pentru reducerea consumului de cocs de turnătorie se folosesc ca înlocuitori parțiali și alți combustibili ca: gazul metan, păcura, cocsul brichete, cărbunele energetic, carbura de calciu etc.

Variația *cantității* și, într-o mai mică măsură, a *calității aerului* constituie mijlocul cel mai simplu și mai eficace de modificare a regimului de elaborare a fontelor în cubilouri. Odată cu mărirea debitului de aer și deci de oxigen se intensifică procesul de ardere, ceea ce înseamnă sporirea productivității cubiloului. Temperatura fontei se mărește numai pînă la o anumită valoare a debitului, după care se micșorează. La valori foarte mari ale debitului de aer, productivitatea crește deosebit și din acest motiv procesul de supraîncălzire nu mai are loc, iar fonta se obține rece. Prin mărirea presiunii aerului suflat temperaturile fontelor scad, deși productivitățile cresc. Cu alte cuvinte, suprapresiunile mari în zona de ardere au influență negativă. Tot factor de influență asupra mersului cubiloului reprezintă modul de alimentare cu aer (numărul rîndurilor gurilor de aer, mersul gurilor într-un rînd, secțiunea gurilor de aer, unghiul de înclinare etc.).

Calitatea aerului poate fi caracterizată prin temperatură, conținut de oxigen și umiditate. La cubilouri se utilizează temperaturi de insuflare de 250—600°C (aerul poate ajunge pînă la 25% din căldura totală. Utilizarea optimă a aerului de suflare încălzit determină micșorarea consumului de cocs cu circa 30%, în condițiile sporirii și a productivității muncii, chiar cu 35—50% (chiar și mai mult). Modificări apreciabile ale regimului de elaborare se realizează prin introducerea de oxigen în aerul insuflat. Astfel prin utilizarea aerului îmbogățit cu oxigen (de la 21% la 29,4%) se poate micșora temperatura fontei la jgheab

Scanned with OKEN Scanner

chiar și cu 70°C, iar productivitățile cresc chiar de 2,4 ori. Din rațiuni economice conținutul de oxigen se aplică la cel mult 24%, ceea ce înseamnă tot o îmbunătățire apreciabilă a parametrilor de elaborare (cu circa 40—50°C sporește temperatura fontei și cu 50% producția orară de fontă).

Diagrama de funcționare a cubiloului. Diagrama de funcționare a cubiloului a fost trasată pentru prima dată de către renumitul specialist turnător german Yungbluth (fig. 4.15). Acesta pune în corelație principalii parametri de funcționare (productivitatea și temperatura fontei) cu principalii factori tehnologici (consumul de cocs și debitul de aer).

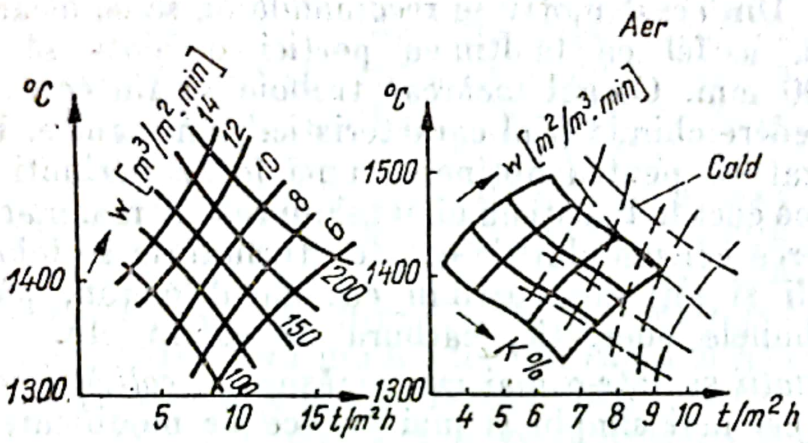


Fig. 4.15. Diagrama de funcționare a cubiloului (*p* — producția specifică; *i* — consum).

De fapt, pentru fiecare condiție de lucru corespunde o anumită diagramă. Din acest motiv, diagrama are mai mult un rol de indicație calitativă și precizează măsurile care trebuie luate pentru influențarea cubiloului în sensul dorit.

Din diagramă rezultă că atunci cînd se urmărește mărirea temperaturii fontei se pot lua următoarele măsuri:

— în cazul în care se menține consumul de cocs, creșterea debitului de aer, pînă la o anumită limită, produce o creștere a temperaturii metalului și o cantitate de metal topit în unitatea de timp;

— temperatura maximă în cubilou se obține dacă se mărește concomitent consumul specific de combustibil și cantitatea de aer introdus în unitatea de timp pe unitatea de suprafață a cubiloului.

Tehnologic, temperatura maximă se mai obține prin:

— sortarea încărcăturii metalice prin evitarea bucăților mari și a așchiilor;

— folosirea unui cocs de calitate uniformă, de anumită mărime și cu reactivitate redusă;

— mărirea debitului de aer (urmat de o anumită creștere a consumului de cocs);

Scanned with OKEN Scanner

— micşorarea proporţiei de încărcătură metalică;
— folosirea unor fondanţi fluidificatori sau a unor intensificatori de proces de tipul *FLUROM*.

Particularităţile proceselor metalurgice. La elaborarea fontelor, ca şi a altor metale lichide, interesează atît zgura cît şi modificarea compoziţiei chimice a metalului, cantitatea de gaze şi incluziuni. În privinţa zgurelor de cubilou, se precizează faptul că ele sînt acide, cu coeficient de bazicitate de 0,4—0,8 (avînd în general 40—55% SiO_2, 15—30% CaO, 5—20% Cl_2O, 3—15% FeO, 2—10% MnO, 0,5% MgO, P_2O şi Na_2O şi sub 1% FeS). Cu cît temperatura de topire a zgurelor este mai scăzută, cu atît există posibilitatea de supraîncălzire mai bună a fontelor în procesul de elaborare.
Din acest motiv, fondanţii care asigură zgure uşor fuzibile au influenţe pozitive şi asupra caracteristicilor fontei, şi regimului de elaborare (temperatura de turnare şi productivitatea cubiloului). Din acest punct de vedere, influenţa cea mai bună o are intensificatorul de proces de tip *FLUROM*, care de fapt acţionează asupra compoziţiei zgurei, asigurîndu-i bazicitate mai mare şi compoziţie chimică astfel încît este şi mai uşor fuzibilă. Zgura mai fluidă formîndu-se în zona superioară de oxidare a cubiloului, contribuie şi la îndepărtarea cenuşii de pe bucăţile de cocs arzînd, ceea ce înseamnă transmisia direct a căldurii şi intensificarea arderii cocsului. Astfel se explică avantajele nete ale elaborării fontelor cu flurom şi, în general, cu intensificatori de proces.
Zgurele bazice, avînd viscozitatea ridicată, sînt în general neutilizate la cubilouri (acestea se mai admit atunci cînd se modifică caracterul zidăriei şi se utilizează aerul cald).
Cu privire la variaţia compoziţiei chimice a fontelor se poate preciza faptul că:
— pierderi mici de fier prin oxidare se asigură prin folosirea unui consum ridicat de cocs şi de aer, corelat cu zgure avînd caracter bazic;
— pierderile de mangan sînt de ordinul 15—40% (pierderile mai mici se obţin doar cu zgure bazice);
— pierderile de siliciu sînt diferite, fiind cuprinse între 5—50% (pierderi de 50% se realizează în cazul zgurelor bazice, iar pierderile minime se obţin în cazul zgurelor puternic acide);
— în cubilou are loc atît un proces de oxidare a carbonului (totuşi de influenţă mică), cît şi un apreciabil proces de carburare (prin difuzia carbonului din cocs în picăturile de metal); carburarea în cubilou are loc mai mult în zona creuzetului, unde atmosfera este reducătoare; pentru a se produce fonte cu conţinut ridicat de carbon este necesar să se mărească consumul de cocs, să se folosească cocs cu capacitate mare de carburare;

Scanned with OKEN Scanner

— cubiloul să aibă o zonă înaltă a creuzetului, iar aerul să aibă o temperatură înaltă; dimpotrivă, fontele cu conținut redus de carbon se vor putea realiza prin micșorarea înălțimii vetrii și chiar prin utilizarea unor cărămizi refractare în locul patului de cocs;
— conținutul de sulf se mărește mai ales pe seama cocsului; procesul de desfășurare este redus și poate fi realizat doar la cubilourile bazice; se poate afirma că soluția esențială pentru reducerea consumului de sulf în fonta de cubilou constă în utilizarea unui cocs de turnătorie de clasa I-a, cu sub 0,5% S;
— conținutul de fosfor practic nu se modifică;
— conținutul de gaze, de asemenea, nu variază sensibil; în timpul elaborării fontelor în cubilou nu are loc nici procesul invers de degazare, totuși la elaborarea în cubilou se constată o oarecare creștere a conținutului de hidrogen în fonte, care este cu atît mai mare cu cît umiditatea este mai ridicată.

Alegerea materiilor prime pentru elaborarea fontelor în cubilouri. Compoziția chimică a fontei lichide se poate realiza din diferitele calități de fontă, fontă veche, recirculate, fier vechi și feroaliaje.
La alegerea lor se recomandă următoarele:
— să se folosească la maximum deșeurile proprii (materiale ieftine și cu compoziția chimică cunoscută), deoarece la retopiri repetate, indiferent de cuptorul de elaborare, crește conținutul de sulf și gaze iar cantitatea de deșeuri nu poate depăși 30—60%;
— să se reducă cantitatea de deșeuri proprii (sub 30%), cînd conțin adaosuri;
— să se introducă în încărcătură și fontă veche din colectări, în așa fel încît întreaga cantitate de fontă veche să varieze între 40—60%, iar la piesele fără importanță chiar la 80%;
— să se admită în încărcătură, pentru turnarea pieselor cu pereți subțiri și fier vechi, pînă la maximum 15% (în cubilouri pentru piese fără importanță pînă la 40%) cantitatea trebuind stabilită în funcție de conținutul de carbon pe care trebuie să-l aibă fonta lichidă (nu trebuie să fie mai mult de 20—25% din întreaga cantitate sub formă de așchii);
— să se reducă cantitatea de fontă brută din încărcătură, în general fiind cuprinsă între 20—40%, știut fiind că metoda existentă de elaborare a fontelor numai din fontă brută, pentru obținerea pieselor de calitate și-a pierdut justificarea;
— să se introducă în încărcătură maximum de feroaliaje necesare.

Calculul încărcăturii metalice. Pentru calculul încărcăturii trebuie cunoscute următoarele:
— compoziția chimică a materiilor metalice din încărcătură;
— arderea elementelor la elaborare (se admite: 10—15% siliciu, 15—20% mangan, iar sulful poate crește cu 50%);

Scanned with OKEN Scanner

— conținutul de carbon crește la elaborare ($C_{fonta} = 1,8 + 0,5$ încărcătură).

Cele mai întîlnite metode de calcul sînt:

— metoda algebrică;

— metoda grafică;

—metoda cu ajutorul diagramelor.

Metoda algebrică este cea mai simplă și cea mai precisă. Pentru calcule rapide se urmărește numai conținutul în siliciu, pentru calculele mai precise urmărindu-se și celelalte conținuturi.

Exemplul 1. Încărcătura metalică pentru turnarea unor piese mici se compune din fontă brută FK3 cu 3,0% Si și fonta veche cu 1,9% Si. Cum trebuie alcătuită încărcătura, în lipsa fierului vechi dacă fonta lichidă trebuie să aibă 2,25% Si (arderea siliciului 10%)?

Fonta lichidă conține

$$100 \times \frac{2,25}{100} = 2,25 \text{ kg Si.}$$

Ținînd cont de arderi, în încărcătură trebuie să se găsească

$$2,25 \times \frac{100}{90} = 2,5 \text{ kg Si.}$$

Notînd cantitatea de fontă brută cu A, fonta veche va fi (100-A), cantitatea de siliciu pe care o conține fonta brută

$$A \cdot \frac{3}{100} = \frac{3A}{100}.$$

Cantitatea de siliciu pe care o conține fonta veche

$$(100\text{-}A) \cdot \frac{1,9}{100} = \frac{1,9(100\text{-}A)}{100},$$

deci

$$\frac{3A}{100} + \frac{1,9(100\text{-}A)}{100} = 2,5,$$

sau

$$3A + 190 - 1,9A = 250.$$

Din rezolvarea acestei ecuații simple rezultă

$$A = 54,5 \text{ kg}$$

Încărcătura va conține 54,5% fontă brută FK3 și 45,5% fontă veche.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 2. Care trebuie să fie încărcătura metalică pentru turnarea unui corp de pompă, dacă aceasta trebuie să aibă 2,4% C și dacă se dispune numai de fontă brută cu 3,3% C și fier vechi cu 0,3% C? Calculul este similar cu cel precedent.
Notînd cu A cantitatea de fontă brută, cantitatea de fier vechi este 100-A.
Cantitatea de carbon în fonta brută este

$$A\,\frac{3,3}{100}=\frac{3,3\,A}{100}\,.$$

Cantitatea de carbon în fierul vechi este

$$(100\text{-}A)\cdot\frac{0,3}{100}=\frac{0,3(100\text{-}A)}{100}\,.$$

Încărcătura trebuie să conțină

$$100\,\frac{2,4}{100}=2,4\ \text{kg}.$$

Deci

$$3,3\,\frac{A}{100}+\frac{0,3(100\text{-}A)}{100}=2,4\ \text{kg},$$

sau

$$3,3\,A+30-0,3\,A=240\ \text{kg}$$

Din rezolvarea ecuației rezultă

$$A=70\ \text{kg}.$$

Încărcătura va conține 70% fontă brută și 30% fier vechi.
Exemplul 3. În depozit există următoarele materiale: fontă brută FKl — 3,6% C, 2% Si, 0,6% Mn, 0,15 P și 0,04%S; fonta veche — 2,08% C, 1,6% Si, 0,8% Mn, 0,2% P și 0,08% S; fier vechi — 0,3% C, 0,4% Si, 0,5% Mn, 0,4% P și 0,045% S. Ținînd cont de piesele din turnătorie și de arderile din cuptor s-a determinat ca încărcătura să aibă: 1,9% C, 1,8% Si, 0,6% Mn, 0,2% P și 0,0% S.
Rezervele de fontă veche fiind mici se admite 25%.
Notînd fonta brută cu A si deșeurile cu B se poate scrie

$$A+B+25=100,$$

deci

$$A\times\frac{3,6}{100}+B\,\frac{0,3}{100}+25\times\frac{2,08}{100}=1,9,$$

Scanned with OKEN Scanner

sau

$$A + B = 75,$$

$$3,6\ A + 0,3\ B = 138.$$

Prin rezolvarea sistemului se obține

$$A = 35 \text{ kg și } B = 40 \text{ kg.}$$

Încărcătura va consta din 35% fontă brută FK1, 25% fontă veche și 40% fier vechi.
Dacă prin această compunere a încărcăturii s-a asigurat conținutul de carbon, nu se știe nimic despre celelalte elemente. De aceea este necesară o verificare.
Pentru conținutul de siliciu:

— în fonta brută $\frac{32 \times 2}{100} = 0,7$ kg;

— în fonta veche $\frac{25 \times 1,6}{100} = 0,4$ kg;

— în fierul vechi $\frac{40 \times 0,4}{100} = 0,16$ kg.

Conținutul total este 1,26 kg adică 1,26%, mai mic decît cel prescris, lipsind

$$1,8 - 1,26 = 0,54\%.$$

Această cantitate se completează cu ferosiliciu Kr 45 cu 48% Si. În încărcătură mai trebuie adăugat

$$0,54 \times \frac{100}{48} = 1,125 \text{ kg ferosiliciu.}$$

Similar se procedează și pentru Mn, P și S.

Metoda grafică, deși foarte simplă, nu a cunoscut o dezvoltare în uzine.
Exemplu: Să se stabilească încărcătura metalică pentru turnarea unei piese cu 2,465% Si (arderea 15%), știind că în depozit există fontă brută cu 3,6% Si și fontă veche cu 2,2% Si.
Conținutul de Si din încărcătură este de

$$2,465 \times \frac{100}{85} = 2,9 \text{ kg.}$$

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre conținutul de siliciu din încărcătură și cel din fonta veche este

$$2{,}9 - 2{,}2 = 0{,}7 \text{ kg},$$

iar cea dintre fonta brută si încărcătură

$$3{,}6 - 2{,}9 = 0{,}7 \text{ kg}.$$

Pe dreapta AB (fig. 4.16), împărțită în zece părți (și mai corect în o sută de părți) se așază două drepte perpendiculare egale, cu diferențele calculate (prima diferență 0,7 a doua tot 0,7). Prin unirea lor se taie segmentul în O. Numărînd diviziunile se constată că în încărcătură trebuie să intre 50% fontă brută și 50% fontă veche. Rezultatele se vor verifica prin metoda algebrică.

Pentru trei componente construcția se complică puțin.

Metoda cu ajutorul diagramelor este mai simplă și mult mai rapidă. Nu s-a extins datorită faptului că nu se pot prinde toate cazurile practice. În fig. 4.17 se prezintă o diagramă cu ajutorul căreia se poate determina cantitatea de fier vechi dintr-o încărcătură (încărcătura este formată numai din fier vechi și fontă brută cu 3,2% sau 3,6% C).

Exemplu. Care este cantitatea de fier vechi cu 0,15% C dacă trebuie să se obțină o încărcătură cu 1,82% C? În depozit există numai fontă brută cu 3,2% C.

Se ridică o perpendiculară din dreptul lui 1,82 (linie punctată verticală pînă se întîlnește cu prima linie întreruptă, înclinată; din acest punct se duce o orizontală (linie punctată orizontală) pînă se atinge axa verticală. Acest ultim punct arată cantitatea de fier vechi din încărcătură — 45%.

Rezultatele se pot verifica și prin metoda algebrică.

Determinarea cantității de cocs la elaborarea în cubilou. Cantitatea de cocs pentru topire depinde de calitatea lui și de dimensiunile cubiloului. Alegerea înălțimii cocsului de topire este destul de dificilă, avînd în vedere că la înălțimi prea mici secțiunea nu este acoperită complet, înrăutățindu-se funcționarea cubiloului, iar la înălțimi prea mari nu sînt create condițiile pentru arderea completă a cocsului (risipă de cocs). Practica a arătat că înălțimea optimă a cocsului de topire este cuprinsă între 140 și 160 mm (la cubilourile mari chiar 200 mm).

Cunoscînd înălțimea încărcăturii se poate determina cantitatea de cocs.

Exemplu. Care este greutatea unei porții de cocs de topire pentru cubiloul de 700 mm?

Se determine secțiunea cubiloului:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 0{,}7^2}{4} = 0{,}39 \text{ m}^3.$$

Scanned with OKEN Scanner

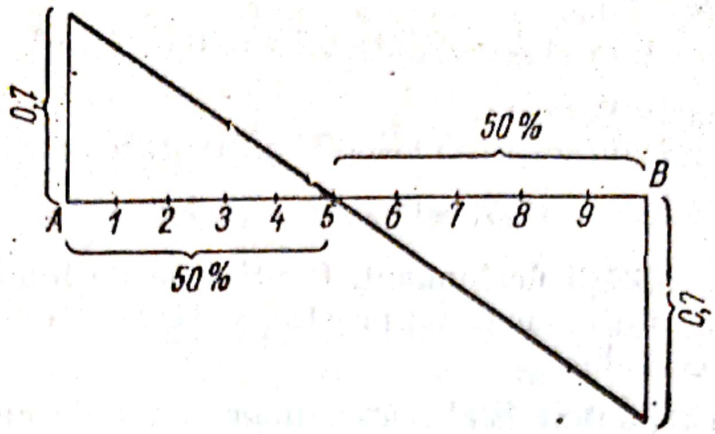


Fig. 4.16. Aplicarea regulii pîrghiei la calculul încărcăturii.

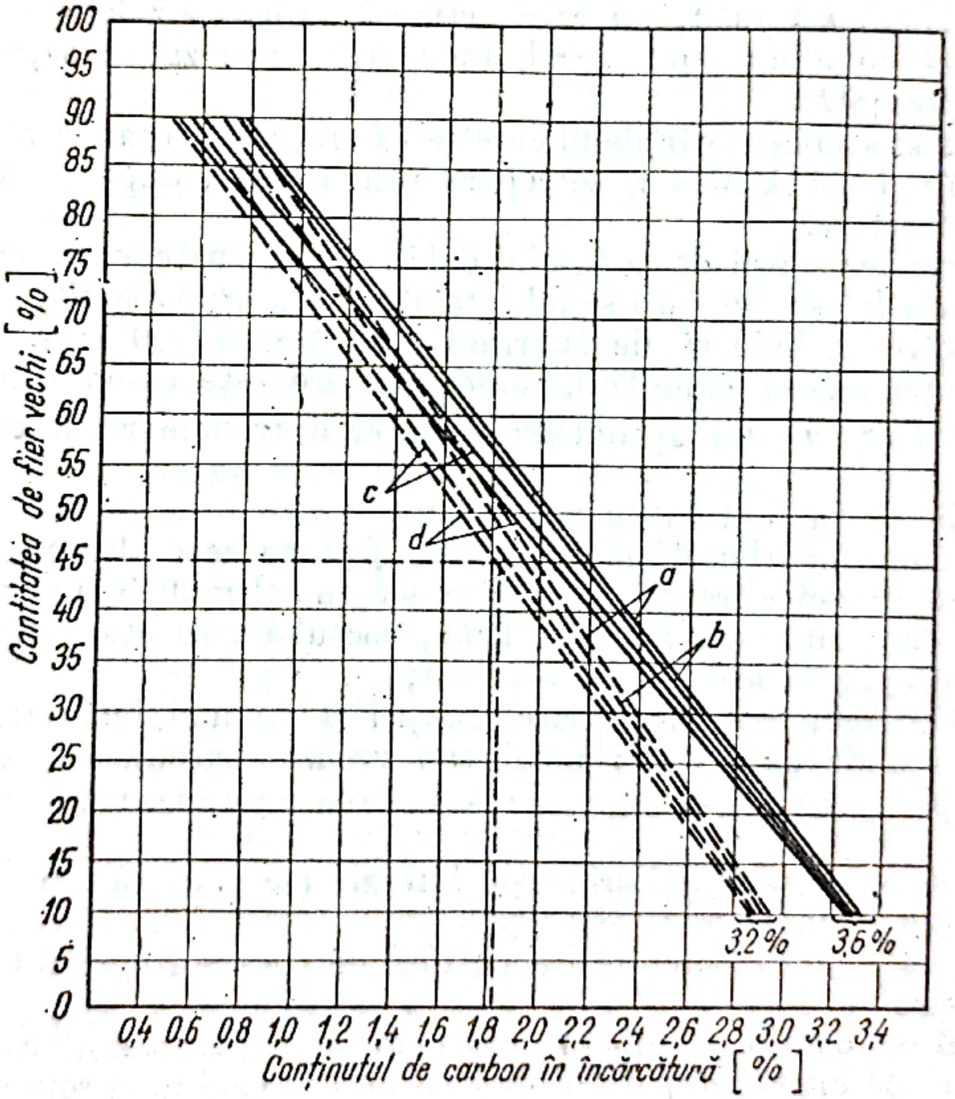


Fig. 4.17. Diagrama cantității de fier vechi din încărcătura cu fontă brută de 3,2% și 3,6%C:

a — 0,45 %C; *b* — 0,35 % C; *c* — 0,25 % C și 0,1 % C.

Scanned with OKEN Scanner

Admițind înălțimea cocsului de topire 150 mm, volumul de cocs

$$V = A\,k = 0{,}39 \times 0{,}15 = 0{,}0585 \text{ m}^3,$$

adică aproximativ 0,06 m³.
Cunoscînd că 1 m³ cîntărește 450—500 kg, greutatea cocsului de topire este

$$475 \times 0{,}06 = 28{,}5 \text{ kg}.$$

Determinarea cantității de fondant. Cantitatea de fondant se stabilește în funcție de cantitatea de cocs; practic, se stabilește (egală cu 30—40% din greutatea cocsului.

Funcționarea cubiloului. Elaborarea unor fonte de calitate în cubilou este posibilă numai respectînd cu strictețe procesul tehnologic.

Reparare a. Pentru asigurarea profilului interior, din stare nouă se impune ca după fiecare turnare cubiloul să se curățe și să se repare. Cînd cubiloul s-a răcit, nu este permisă stropirea zidăriei cu apă, se analizează cu atenție interiorul, îndepărtîndu-se zgura depusă (nu și glazura formată).
Totodată se stabilesc părțile în care se va înlocui zidăria. În zona topirii, zidăria fiind uzată mereu, se repară prin baterea după șablon a unei mase refractare.
După închiderea ușii de la fundul cubiloului, se bate vatra cu amestec de formare folosit, în care se adaugă 12—14% argilă și 10% apă. Grosimea vetrei trebuie să fie cuprinsă între 200 și 300 mm.
Ca și după zidirea completă, după reparare este obligatorie uscarea.

Aprinderea. La aprinderea cubiloului trebuie respectate următoarele:
— zidăria se va proteja cu scînduri;
— se încarcă întîi bucăți mici de lemn și după aceea lemne mai mari;
— nivelul lemnelor trebuie să depășească cu cel mult 300 mm gurile de vînt (la cantități prea mari de lemn, cocsul nu se așază uniform, iar încărcătura nu poate coborî normal);
— lemnele trebuie să fie uscate, subțiri și nu mai lungi de 500 mm (folosirea unor lemne mai lungi sau groase îngreunează aprinderea, duce la pierderi mari de timp, iar la încărcare se poate deteriora căptușeala);
— lemnele vor fi aprinse prin ușa laterală (se poate folosi atît păcură cît și gaz metan);
— după ce prima încărcătură a patului de cocs s-a aprins bine, se încarcă restul;
— cocsul se consideră bine încins cînd are culoarea albă;
— se verifică înălțimea patului de cocs cu ajutorul unei sonde;
— se astupă ușa laterală;

Scanned with OKEN Scanner

— se suflă aer prin patul de cocs (ventilatorul funcţionează pentru aceasta 3—4 min), închizîndu-se orificiile din gurile de vînt, fără a se închide orificiile de evacuarea fontei şi zgurei;
— se opreşte ventilatorul şi se deschid orificiile din gurile de vînt, cubiloul fiind gata pentru încărcare.
Durata de la aprinderea lemnelor pînă la oprirea ventilatorului nu trebuie să fie mai mare de 50 min.
Înălţimea patului de cocs depinde de mulţi factori, printre care: construcţia cubiloului, înălţimea creuzetului, înălţimea încărcăturii metalice şi calitatea cocsului. În general se recomandă ca la cubilourile cu ventilatoare de presiune joasă, înălţimea patului de cocs să se afle cu 500—750 mm deasupra gurilor de vînt superioare, iar la cubilourile cu ventilatoare de presiune ridicată, cu 1000—1200 mm, tot deasupra gurilor de vînt superioare. La pornirea unui cubilou nou se recomandă ca înălţimea patului de cocs să fie cu 750 mm deasupra gurilor de vînt superioare.
Pentru patul de cocs trebuie ales un cocs de bună calitate. Dimensiunile lui trebuie să fie cuprinse între 100—175 mm (dacă nu există cocs de aceste mărimi, se poate admite şi altul, dar să aibă dimensiunile foarte uniforme).
Pentru a evita la începutul elaborării obţinerea unei zgure groase, se adaugă o cantitate mai mare de calcar.

Încărcarea. Cantitatea de materiale metalice dintr-o porţie se stabileşte în funcţie de greutatea cocsului pentru topire. Astfel, pentru condiţii normale de funcţionare, greutatea materialelor metalice este de 8,5—10,5 ori (în general 10 ori) mai mare decît greutatea cocsului de topire. Cînd se urmăreşte obţinerea unei fonte calde, atunci raportul este opt (adică se micşorează încărcătura metalică pentru aceeaşi cantitate de cocs sau pentru aceeaşi încărcătură se dau porţii suplimentare de cocs). Din contra, la elaborarea fontei mai reci se poate mări raportul, la 11—12 (cocs mai puţin sau încărcătură metalică mai multă). În tabelul 4.26 se prezintă, orientativ, greutăţile materialelor metalice şi cele ale cocsului de topire pentru condiţii normale de elaborare şi cu cocs de bună calitate.
Materialele metalice trebuie să fie pregătite, amestecate şi în nici un caz de dimensiuni mari. Fonta trebuie să fie în bucăţi mici (sub 1/3 din diametrul cubiloului), pentru a evita agăţările. Calcarul trebuie sfărîmat în bucăţi de 20—50 mm.
Pe patul de cocs se aşază încărcătura metalică şi cocs, în straturi alternante, pînă la gura de încărcare. La încărcare trebuie respectate regulile:
— straturile de cocs şi materiale metalice să fie orizontale;
— respectarea cu stricteţe a dimensiunilor materialelor metalice;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.26

DATE INFORMATIVE PRIVIND ALCĂTUIREA PORȚIILOR DE ÎNCĂRCĂTURI METALICE ȘI COCS

Diametrul interior al cubiloului, mm	Masa încărcăturii, kg	
	Materiale metalice	Cocs
600	175	20
700	235	25
800	330	35
900	440	50
1000	580	65
1100	740	85
1200	870	95
1300	1050	120
1500	1450	160

— neîncărcarea în același vagonet a materialelor metalice cu cocsul de topire;

— nivelul încărcăturii să nu coboare sub nivelul gurii de încărcare;

— fondanții să se adauge în vagonetele cu cocs, căutînd pe cît se poate să nu vină în contact cu zidăria.

În cubilourile mijlocii și mari se va avea grijă ca materialele metalice mari să se plaseze pe lîngă perete (temperatura fiind mai înaltă), în centru găsindu-se fonta cu puțin siliciu, așchiile. Cocsul se va distribui mai mult spre pereți.

Ordinea de încărcare a materialelor metalice pe patul de cocs sau pe cocsul de topire este: fierul vechi (dacă este prevăzut în încărcătură), fonta maleabilă, fonta veche și fonta brută. Feroaliajele se adaugă în funcție de temperatura lor de topire (feromanganul lîngă fonta brută).

Exploatarea cubiloului. Cînd cubiloul este încărcat complet (de obicei între șase-opt straturi de încărcătură metalică) se lasă încărcătura să se încălzească încet în tiraj natural, timp de 10—25 min.

Cu orificiile gurilor de vînt deschise se dă drumul la ventilator. La 20—30 s după începerea suflării, acestea se închid, existînd timp pentru îndepărtarea oxidului de carbon care ar putea produce explozii.

Orificiul de evacuare a fontei rămîne deschis pînă la apariția în creuzet a primelor picături de metal lichid, adică după 3-5 min de la începutul suflării. Cînd durează mai mult (7—8 min), înseamnă că încărcătura s-a topit tîrziu, deci patul de cocs este prea înalt. Din contră, apariția prea rapidă a picăturilor, relativ reci, arată o înălțime prea mică a patului de cocs, defecțiune care trebuie imediat corectată.

Scanned with OKEN Scanner

Astuparea orificiului de evacuare a fontei, la fel ca și destuparea, se face manual sau mecanizat. Cînd cubiloul nu este prevăzut cu instalație de astupare, operația trebuie executată cu deosebită grijă pentru a nu se produce accidente. Se aruncă puternic o cantitate de amestec de formare și imediat se presează prin îndesări scurte. După umplerea orificiului pe jgheab, în dreptul orificiului, se așază o altă cantitate de amestec, care se va bătători cu un ciocan de lemn (nu cu mîna). Cînd presiunea ventilatorului este mare, atunci nu se poate astupa în acest fel, ventilatorul trebuind să fie oprit, iar operațiile se vor executa cu mai multă ușurință.

Dacă se astupă orificiul de evacuare a fontei cu dopuri de argilă, atunci există posibilitatea ca o parte din orificiu să nu fie umplut cu argilă ci cu fontă. Această fontă se solidifică, formînd un dop de fontă, iar pentru destupare este nevoie de bare din oțel și chiar de oxigen.

Astuparea cu amestec de formare este obligatorie pentru prima fontă, deoarece are temperatura mai joasă, existînd pericolul de înfundare a orificiului. La celelalte turnări, fonta fiind mai caldă și creuzetul încălzit, pericolul de înfundare este mai mic, deci se pot folosi și dopuri de argilă. Cele mai bune dopuri se execută din nisip cu argilă și talaș de lemn, pudrat cu grafit.

În timpul topirii trebuie urmărite cu grijă gurile de vînt, pentru a nu se înfunda cu zgură, curățirea lor făcîndu-se manual, cu ajutorul unor cîrlige. Înfundarea gurilor de vînt este un indiciu al încărcării necorespunzătoare.

Opririle cubiloului sînt impuse de anumite deranjamente în linia de turnare sau chiar pentru pauzele de masă. Ele sînt periculoase după cîteva ore de funcționare a cubiloului, deoarece gurile de vînt se pot umple cu zgură sau pot provoca agățări. La opriri de numai 10—15 min asemenea deranjamente se întîlnesc mult mai rar. Dacă oprirea este de mai înainte cunoscută, atunci cubiloul se poate menține cît timp este nevoie.

Pentru aceasta se vor lua următoarele măsuri:

— cu 30—40 min se oprește încărcarea materialelor metalice;
— se vor da 3—4 porții de cocs;
— se vor deschide gurile de vînt, pentru eliminarea oxidului de carbon și orificiul pentru evacuarea fontei, pentru eliminarea totală a fontei;
— se închide orificiul de evacuare a fontei cu dop din amestec de formare.

Operațiile pentru pornirea cubiloului după oprire sînt:

— se suflă 1—2 min, cu gurile de vînt și orificiul pentru evacuarea fontei deschise;
— se închid gurile de vînt;
— se încarcă materialele metalice în staturi alternante cu porțiile de cocs;
— se închide orificiul pentru evacuarea fontei.

Scanned with OKEN Scanner

Zgura se evacuează în funcție de tipul cubiloului și de felul turnării. Astfel, la cubilourile fără antecreuzet, cu orificiul pentru evacuarea fontei continuu deschis, se evacuează continuu zgura, orificiul pentru zgură fiind deschis. Această metodă este însoțită de pierderi de căldură, fonta fiind ceva mai rece; are avantajul că se știe tot timpul nivelul fontei în creuzet.

La turnarea periodică, orificiul pentru turnarea fontei fiind închis, zgura trebuie scoasă și ea la intervale. Dezavantajul acestei metode este acela că prima fontă după evacuare este rece. Pentru a se evita aceasta s-au adus o serie de îmbunătățiri constructive cubiloului. Este cazul cubiloului cu antecreuzet cu separarea zgurei. Aceste cubiloui, datorită separării zgurei perzintă avantajul că fonta se poate desulfura direct în antecreuzet (soda nu vine în contact cu zgura).

La cubilourile cu antecreuzet evacuările de zgură sînt mult mai rare, iar la topiri de scurtă durată și antecreuzete mari, zgura nu se evacuează.

Evacuarea fontei trebuie făcută cu deosebită grijă. La transportul manual al fontei este necesar un semnal de sonerie pentru a se atrage atenția muncitorilor de începerea operației. Cu ventilatorul oprit, se destupă orificiul. Se va aranja orificiul în așa fel încît fonta să curgă liniștit.

Pentru asigurarea unei fonte de bună calitate, pe lîngă respectarea cu strictețe a încărcăturii, trebuie să se cunoască debitul și presiunea aerului. În acest scop se folosesc aparate speciale pe care se notează cu linii roșii valorile optime.

La fonta lichidă se stabilește compoziția chimică (operație obligatorie pentru piesele de bună calitate, fluiditatea, temperatura (cu ajutorul

Si :	1,12	1,17	1,22	1,26	1,36	1,46	1,58	1,71	1,78	2,09 %
C :	3,14	3,13	3,19	3,22	3,34	3,28	3,32	3,43	3,43	3,46 %
Σc+Si :	4,26	4,30	4,41	4,48	4,70	4,74	4,90	5,06	5,21	5,55 %

Fig. 4.18. Etaloane de spărturi pentru aprecirerea tendinței de albire.

pirometrelor) și tendința de albire. În fig. 4.18 se prezintă etaloane de spărturi pentru caracterizarea tendinței de albire, indicîndu-se orientativ și compozițiile chimice la care corespund.

Scanned with OKEN Scanner

Măsurile pentru ridicarea temperaturii fontelor. Deseori sînt necesare fonte mai calde. Pentru realizarea acestora se impun următoarele:
— respectarea prescripțiilor la încărcarea materialelor metalice și a cocsului;
— suflarea aerului prin trei rînduri de guri de vînt;
— preîncălzirea aerului;
— micșorarea greutății încărcăturii metalice;
— mărirea cantității de cocs de topire (această măsură se va lua cu deosebită grijă, pentru că în unele cazuri este posibilă micșorarea temperaturii);
— bătătorirea uniformă a vetrei (în gropile vetrei se poate depune fontă rece;)
— asigurarea unei zgure fluide;
— funcționarea cubiloului mai mult timp.
La descărcarea cubiloului se vor respecta următoarele reguli:
— se dă un semnal de sonerie;
— se verifică dacă suprafața de sub cubilou este uscată și se așază grătarul pentru scoaterea materialelor;
— se îndepărtează tuburile de oxigen;
— se lasă ca nivelul superior al încărcăturii să coboare cu 500 mm, se reduce turația ventilatorului la 3/4 apoi, încetul cu încetul, la 1/2, cînd prin dreptul gurilor de vînt nu se mai vede încărcătura, se reduce la 1/4, iar după cîteva minute se oprește. După oprirea ventilatorului se deschid capacele gurilor de vînt, orificiul pentru evacuarea fontei și siguranța plăcii de fund. Siguranța se scoate de la distanță cu ajutorul unor lanțuri. Materialele rămase se răcesc cu apă și se îndepărtează trăgînd de grătar cu macaraua. Grătarul poate să servească și la îndepărtarea suporților vetrei cubiloului, în acest caz grătarul se așază înaintea montării suporților.

Deranjamentele cubiloului sînt: agățările, înfundarea cu zgură a gurilor de vînt, înfundarea orificiului de evacuare a fontei, înroșirea mantalei și perforarea vetrei.

Agățările se produc, de obicei, la 300—500 mm deasupra zonei de topire. Cauzele deranjamentului sînt formarea zgurilor vîscoase sau prezența materialelor de dimensiuni mari.

Sînt două metode de înlăturare:

— împingînd cu bare de oțel prin gura de încărcare (metodă foarte dificilă);

— oprirea suflării și deschiderea gurilor de vînt; răcindu-se, materialele se contractă și încep să alunece.

După fiecare agățare mai mare trebuie să se introducă cocs suplimentar. Agățările se întîlnesc mai ales la cubilourile mici.

Scanned with OKEN Scanner

Înfundarea cu zgură a gurilor de vînt este cel mai întîlnit deranjament la topirea în cubiloul fără antecreuzet. Cînd zgura a intrat în gurile de vînt, se oprește ventilatorul, se evacuează fonta și se pornește din nou ventilatorul. Cînd zgura este prea groasă se mărește cantitatea de fondant (de obicei se adaugă fluorină pentru că are un efect rapid și puternic) și se iau măsuri pentru ridicarea temperaturii fontei.
Dacă se întîrzie în luarea măsurilor și mai ales neschimbarea mersului rece, în cubilou poate să apară „*urs*“ care atrage peste puțin timp agățarea lui. La umplerea completă a gurilor de vînt cu zgură, se oprește ventilatorul și se introduce fluorură de calciu în bucăți mici.
Cauzele înfundării orificiului de evacuare a fontei s-au prezentat anterior. Ca măsură de prevenire se recomandă mărirea înălțimii patului de cocs. Ca mijloace de înlăturare a înfundării orificiului sînt: baterea cu răngi de oțel, iar cînd este imposibil, folosirea oxigenului. Aceste operații trebuie să se execute rapid, deoarece la cubilourile fără antecreuzet fonta poate pătrunde în gurile de vînt.
Înroșirea mantalei cubiloului este un indiciu că repararea nu s-a făcut în bune condițiuni, zidăria fiind prea uzată. Ca măsură imediată este stropirea cu apă a locului respectiv (zgura de lîngă perete se solidifică și poate ține loc de căptușeală pînă la descărcarea cubiloului).
Perforarea vetrei este un deranjament destul de rar întîlnit; se produce la o batere necorespunzătoare a vetrei. Dacă orificiul este mic atunci se poate încerca remedierea defectului cu ajutorul unui dop de argilă; în caz de nereușită cubiloul se descarcă.

Măsuri pentru creșterea productivității și economicității cubiloului. Acest lucru se realizează prin:
— reducerea consumului relativ de cocs; una din căile folosite, așa cum s-a menționat, este introducerea gazului metan la topirea în cubilou;
— creșterea încărcăturii metalice (curgerea neîntreruptă a picăturilor de fontă prin dreptul gurilor de vînt indică alegerea rațională a cantității de materiale metalice din încărcătură);
— mărirea cantității de aer suflat;
— folosirea cubilourilor cu diametre interioare mari;
— micșorarea dimensiunilor fierului vechi și fontei vechi;
— mărirea duratei de funcționare (cocsul din patul de cocs se repartizează la o producție mai mare, deci costul topirii este mai mic).

Realizări actuale în elaborarea fontelor cenușii în cubilouri. Menținerea proporției încă ridicate a fontelor cenușii elaborate în cubilouri se datorește și unor modificări și perfecționări constructive și tehnologice ale acestui sistem de topire. Astfel, în prezent, în practica topirii în cubilou, micșorarea consumului și costului combustibilului se realizează pe seama utilizării antracitului sau a cocsului de petrol, prin utilizarea aerului

Scanned with OKEN Scanner

cald, a combustibilului lichid sau a gazelor naturale. Au fost obținute rezultate bune la utilizarea cubilourilor cu două rînduri de guri de aer, cu divizarea aerului între cele două rînduri. Aerul a fost distribuit în mod egal între cele două rînduri de guri de vînt. Astfel de cubilouri lucrează cu randament chiar și de 69%. Aceasta se datorește în mare măsură reducerii volumului produselor de ardere. Cauza principală a micșorării consumului de cocs în cazul elaborării fontei în cubilourile cu două rînduri de guri de vînt, cu distribuire egală a aerului pe cele două rînduri este lărgirea zonei de temperatură ridicată din patul de cocs, care asigură o mai întinsă încălzire a fontei.

Este pusă la punct și o tehnologie de elaborare a fontelor cenușii în cubilouri cu gaze și zgure electrice (procedeul electrogaz). La aceste tipuri, topirea încărcăturii nu se realizează cum este cunoscut, cu cocs și cu gaze, ci exclusiv cu ajutorul gazului metan (cubiloul nu are cocs), iar supraîncălzirea fontei are loc prin metoda zgurelor electrice. Qceste zgure sintetice, realizate la partea inferioară a cubiloului, sînt topite cu ajutorul arcului electric (format de electrozi dispuși orizontal sau vertical); picăturile de fontă, trecînd prin stratul de zgură lichidă, se supraîncălzesc. În același timp, are loc un proces de afinare.

Această tehnologie de elaborare a fontei prezintă o serie de avantaje:

— scad cheltuielile legate de combustibil de peste patru ori (pe seama utilizării gazelor);
— este posibilă o supraîncălzire a fontei;
— scade conținutul de sulf în fontă;
— se micșorează conținutul de gaze și incluziuni metalice;
— scade gradul de poluare a atmosferei;
— se îmbunătățește calitatea fontei.

Pentru comparare sînt luate în calcul tehnologiile de elaborare a fontei în diferite sisteme: cubiloul cu cocs, cubiloul cu gaz, cubiloul „electro-gaz". În ultimii ani se utilizează tot mai mult cubilourile fără cocs. În cazul acestor cubilouri se asigură un grad redus de poluare. Astfel de cubilouri se utilizează pentru producerea tuturor fontelor. La un consum de 830 000 kcal/t fontă se asigură obținerea unei temperaturi de 1 450—1 480 C. Consumul de căptușeală reprezintă doar 30%, comparativ cu cazul cubilourilor cu cocs.

În construcția cubilourilor moderne se aplică, tot mai mult, distribuția aerului în mod egal, prin două rînduri de guri de aer, dispuse la circa 500 mm unul de altul. La exploatarea unor astfel de cubilouri, cu productivitate de 15 t/h, se asigură stabilitate mai mare a parametrilor procesului de topire și reducere cu 20% a consumului de cocs.

O soluție tehnologică perfecționată este și aceea de utilizare a fontei de primă fuziune. Preîncălzirea fontei sau utilizarea oxigenului supli-

Scanned with OKEN Scanner

mentar asigură nu numai reducerea consumului de cocs, dar modifică proporţia fontei de primă fuziune.
Analiza structurală a evidenţiat faptul că în cazul în care participaţia fontei de afinare din încărcătură depăşeşte 35%, în structură apare grafit interdendritic.
În toate cazurile, structura a fost perlitică, cu circa 5—10% ferită. Eutecticul fosforos se găseşte sub formă de separări mici şi izolate. La utilizarea pînă la 35% fontă de afinare în încărcătură, în structura fontelor, se obţine grafit lamelar cu dimensiuni relativ mici, pînă la 5% ferită, precum şi un grad ridicat de dispersie a perlitei.
Rezultă deci că utilizarea fontei de afinare în cantităţi ce nu depăşesc 35% din încărcătura metalică a cubiloului asigură totuşi obţinerea unor piese de calitate, cu suficientă rezistenţă şi plasticitate.
Au fost analizate proprietăţile mecanice ale fontelor turnate în forme executate prin metoda formării în vid. În piesele cu pereţi subţiri apare pericolul apariţiei unor zone dure. Capacitatea de umplere a formei este mult mai mare în acest caz, comparativ cu cazul formării clasice. La turnarea în forme executate în vid proprietăţile mecanice ale fontelor de mărci superioare cresc, în timp ce ale fontelor apropiate de eutectic se micşorează. Scade pericolul apariţiei defectelor de contracţie.
Pentru turnarea pistoanelor motoarelor diesel navale, se utilizează următoarea compoziţie de fontă: C-3,3—3,5%; Si-0,6—0,7%; Mn-0,53%; P-0,36—0,4%; Cr-0,12—0,22%; Cu-0,7—0,8%.
În cazul pistoanelor de la motoarele de la locomotivele Diesel se constată apariţia unor fisuri determinate în principal de către distribuţia neuniformă a grafitului în structură. O rezistenţă mai mare la formarea acestor fisuri se realizează în cazul turnării centrifuge în formă metalică, fonta fiind aliată cu nichel, cupru şi molibden.
În construcţia de automobile din S.U.A. şi din alte ţări, se constată preocupări în sensul micşorării greutăţii automobilelor.
Creşterea cu 1% a conţinutului de oxigen în aerul introdus în cubilouri are aceleaşi efecte ca şi preîncălzirea aerului la 85°C. La cubilouri preîncălzirea aerului a început să se aplice pe larg în anii 1950—1960. La început au fost utilizate recuperatoare. Acest lucru a permis ca la cubilourile cu productivitate de 20 t/h să se reducă consumul de cocs pînă la 8%, ceea ce a dus însă la micşorarea efectului termic al gazelor. Din această cauză, au fost preferate preîncălzitoare cu combustibil lichid sau produse de ardere. Mai nou se prevede introducerea oxigenului cu ajutorul unor injectoare răcite cu apă, la 300 mm sub nivelul gurilor de aer (8% O_2). Eficacitatea acestei metode este de două ori mai mare decît în cazul introducerii oxigenului prin gurile de aer.
A intrat în funcţiune un nou sistem de introducere a oxigenului în cuva cubiloului, prin şase injectoare răcite cu apă, instalate în cuvă. Pe lîngă

Scanned with OKEN Scanner

reducerea consumului de cocs se asigură creşterea productivităţii cu pînă la 50—70%. Acest mod de introducere a oxigenului asigură creşterea rapidă a temperaturii fontei, devenind foarte eficace la începutul elaborării şi după deranjamente (se ajunge obişnuit la temperaturi ale fontelor de 1 600°C, chiar dacă se foloseşte fontă veche, deşeuri şi fier vechi în total de 70—85%). La aceste tipuri de cubilouri atenţie deosebită trebuie acordată mai ales căptuşelii refractare şi mai ales modului de izolare a creuzetului şi de obţinerea orificiilor de evacuare.

6.2. ELABORAREA ÎN CUPTOARE CU FLACĂRĂ

În afară de cubilou, care reprezintă agregatul principal de obţinere a fontelor, în turnătorii se mai întîlnesc cuptoare cu flacără (cu reverberaţie sau rotative). Aceste agregate se folosesc în cazul în care sînt necesare fonte cu conţinuturi reduse de carbon sau în cantităţi corespunzătoare turnării pieselor mari. Tot aceste agregate se utilizează pentru fontele cu conţinuturi scăzute de sulf, conţinuturi ridicate de elemente de aliere sau în cazul în care, dimpotrivă, sînt necesare cantităţi reduse de fonte, dar în permanenţă.
Cuptoarele cu flacără sînt de două tipuri:
— fixe, cu reverberaţie (staţionare);
— rotative.

Cuptoare staţionare. Cuptoarele staţionare cu flacără — cunoscute sub denumirea de cuptoare cu reverberaţie — se utilizează la elaborarea fontei pentru cilindri de laminor. În aceste cuptoare se pot încărca cantităţi mari de fier vechi şi în bucăţi, obţinîndu-se fonte omogene, calde şi cu compoziţia chimică dorită. Au capacităţi cuprinse între 3—85 t (obişnuit 10—35 t).
Drept combustibil pot servi: cărbunii de pămînt, praful de cărbuni de pămînt şi păcura.
Consumul de combustibil este însă mai mare decît la cubilou (mai ales pentru combustibilii solizi).
Pentru topirea fontei cenuşii, cuptoarele se zidesc cu cărămizi de şamotă, iar vatra se bate cu nisip de cuarţ cu un adaos de 8—10% argilă refractară.
Cuptorul gol se usucă cu lemne.
La încărcare trebuie să se respecte următoarele:
— bucăţile mari se aşază mai aproape de prag, după aceea fierul vechi, fonta veche, fonta brută şi fondantul;
— materialele să nu reprezinte obstacole în calea gazelor.
După încărcare se etanşează toate crăpăturile cuptorului şi se aprinde combustibilul.
La început focul trebuie să fie mic, intensificîndu-se numai după ce vatra s-a încălzit.

Scanned with OKEN Scanner

Un semn al topirii normale este apariția, după 1—1,5 h (în funcție de cuptor și combustibil), a primelor picături de metal lichid. Din timp în timp trebuie amestecate bucățile netopite cu metalul lichid. Cînd întreaga încărcătură s-a topit, se ia prima probă pentru analiza rapidă și pentru încercări tehnologice. Dacă se elaborează fontă pentru cilindri se iau probe pentru determinarea tendinței de albire. În funcție de compoziția chimică a băii metalice și de compoziția chimică dorită se face corectarea respectivă.

După introducerea feroaliajelor fonta se menține la temperatură înaltă, se amestecă, luîndu-se o nouă probă. Dacă fonta este corespunzătoare (inclusiv temperatura ei) se începe imediat turnarea. Orificiul pentru evacuarea fontei este în funcție de fonta elaborată: fonta pentru cilindri — orificiu mare; fonta maleabilă — orificiu mic.

Cuptoare rotative. Cuptoarele rotative se folosesc la elaborarea fontelor și, mai ales, a aliajelor neferoase și sînt de foarte multe tipuri constructive. În fig. 4.19 se reprezintă tipul „Mecita" de 500 kg.

Rotirea cuptorului contribuie la o mai bună transmitere a căldurii (bolta devenind vatră), deci la reducerea consumului de combustibil, asigurînd omogenizarea băii metalice. Căptușeala se bate după șablon.

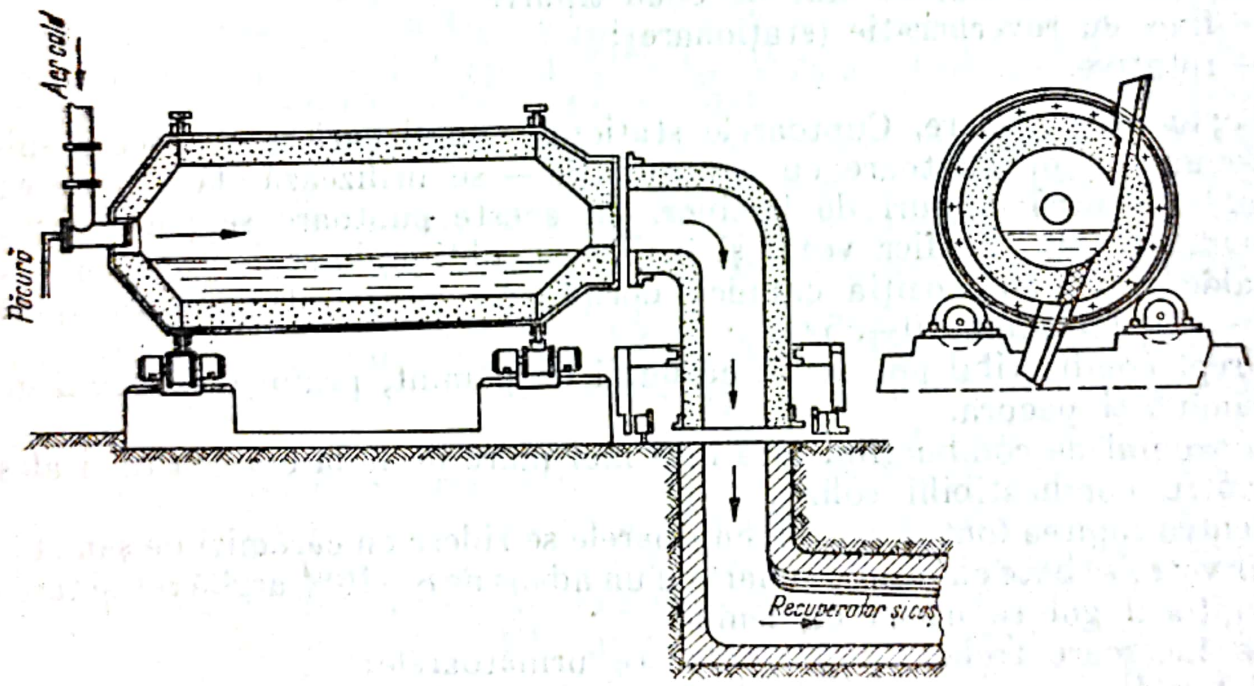


Fig. 4.19. Cuptorul rotativ de elaborare a fontelor cenușii.

Uscarea cuptorului, încărcarea și elaborarea sînt similare cu cele de la cuptoarele cu reverberație. Caracteristica acestor cuptoare este aceea că necesită o întreținere foarte complicată.

Cuptoarele cu flacără, folosite pentru elaborarea fontei, au căptușeală acidă și adîncimea băii cuprinsă între 250—500 mm. Randamentul

Scanned with OKEN Scanner

este foarte scăzut (10—20%), fiind de 3—4 ori mai mic ca la cubilouri (40—50%). Această diferență se datorează pierderilor mari prin produsele de ardere (60—70% pierderi prin căldura fizică a gazelor) și prin radiație (20%).

Productivitatea cuptoarelor este de pînă la 3 t/h. Ceea ce este caracteristic acestor cuptoare este faptul că la topire se consumă 70—75% din cantitatea de combustibil, iar restul pentru supraîncălzirea și corectarea compoziției fontelor.

La cuptoarele cu vatră oxidarea elementelor poate varia în limite largi, în funcție de compoziția gazelor și a zgurelor, precum și de durata de elaborare. Pierderile prin oxidare sînt:

— carbonul, între 8 și 20%;
— siliciul, între 20 și 75%;
— manganul, între 20 și 80%.

Pierderile totale prin oxidare sînt de 5—7%, deci de peste 2—3 ori mai mari decît la cubilou.

Cantitatea de zgură la elaborarea fontelor în cuptoarele cu flacără este în jur de 4—8% (45—49% SiO_2, 15—35% FeO, 5—15% MnO, 5—25% CaO).

6.3. ELABORAREA ÎN CUPTOARE ELECTRICE CU INDUCȚIE

Elaborarea aliajelor feroase și neferoase în cuptoare cu inducție a cunoscut o largă dezvoltare în ultimii 5—10 ani. Astfel, dacă în 1970, în R.S. România se elabora în cuptoare cu inducție doar 8% din totalul de fontă pentru piese (față de 20% cît se producea în țările occidentale), în 1978 s-a realizat aproximativ 20% (față de 25% cît au realizat aceleași țări europene). De altfel, această tendință va continua, pentru că spre sfîrșitul secolului acest agregat va fi principalul cuptor din turnătoriile de fontă din R.S. România.

Creșterea intensivă a ponderii aliajelor elaborate prin inducție este determinată în principal de considerente economice și sociale. Cheltuielile de exploatare a cuptorului cu inducție sînt sensibil apropiate de cele ale cubiloului. Aceste agregate realizează chiar 180—200 t/h și permit elaborarea aliajelor sub vid. În plus, crește continuu capacitatea cuptoarelor electrice cu inducție și se îmbunătățesc randamentele acestora. Pe fondul acestor preocupări și tendințe care se manifestă pe scară mondială a început și în țara noastră dezvoltarea intensivă a elaborării fontei și aliajelor neferoase în cuptoare electrice cu inducție la frecvența rețelei.

Extinderea elaborării aliajelor în cuptoarele cu inducție este impusă, pe lîngă considerente economice, și de considerente sociale, ca mic-

Scanned with OKEN Scanner

șorarea poluării mediului ambiant, îmbunătățirea condițiilor de muncă și de creșterea tehnicității.

Avantajele tehnologice ale elaborării fontelor în cuptoare electrice cu inducție sînt:

— posibilitatea reducerii apreciabile a pierderilor prin oxidare (valorile totale nedepășind 0,5—0,3%);

— asigurarea unui control riguros al proceselor de ardere și mai ales al aceluia de carburare;

— sporirea apreciabilă a vitezei de topire;

— utilizarea celor mai diferite materiale de încărcătură (de la așchii pînă la piese foarte mari);

— omogenizarea și degazarea avansată a băii metalice, precum și alte influențe ale agitației inductive asupra șarjei lichide, astfel că pentru compoziții chimice similare se realizează caracteristici fizico-mecanice superioare cu 1/5—1/6 față de fontele cu aceeași compoziție chimică dar elaborate în cubilou;

— reducerea apreciabilă a conținutului de sulf, cu influență directă asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale fontelor, față de cubilouri, deoarece necesitînd cocs, sulful este introdus doar de încărcătura metalică (lipsa sulfului face ca la astfel de fonte să fie o mai redusă tendință de formare a retasurilor și crăpăturilor datorită conținuturilor de sulf);

— posibilitatea de reducere apreaciabilă a procentelor de rebut datorită secției de elaborare (existînd posibilitatea dozării precise a încărcăturii și a analizei globale a șarjei prin metode analitice, inclusiv prin analiza chimică spectrală cu prelucrarea automată a datelor);

— fontele elaborate în cuptoare cu inducție se pot turna în piese cu pereți foarte subțiri care nu dau albiri în ruptură, chiar în condițiile unor eutecticități reduse;

— se pot reduce proporțiile de incluziuni nemetalice, deci se vor putea diminua dimensiunile rețelelor de turnare, deci amplifica coeficientul de scoatere din metalul lichid de piese bune;

— economiile datorită elaborării fontelor în cuptoarele electrice cu inducție se mai datoresc și faptului că sulful fiind în cantitate redusă, conținutul de mangan adăogat pentru neutralizarea efectelor lui poate scădea;

— fontele cenușii putînd fi elaborate în condiții ieftine și curate, în consecință, sulful și fosforul se pot întîlni în cantități foarte mici, de ordinul miilor de procente;

— în aceste cuptoare se pot obține orice tip de fonte (inclusiv fonte slab, mediu și bogat aliate), avînd gradul de omogenitate și puritate dorit;

— elaborarea în cuptorul cu inducție permite un control și o reglare optimă a temperaturii și duratei de elaborare;

— conținuturile în elemente de aliere pot fi aceleași, putîndu-se elabora fonte cu aluminiu, cu elemente rare;

Scanned with OKEN Scanner

— se pot utiliza orice tip de căptușeli (acide, bazice sau neutre), spre deosebire de cubilou, unde se utilizează numai căptușeli acide, care presupun elaborări doar din încărcături metalice curate;
— se asigură o cantitate mai mare de fontă lichidă, cu omogenitate deosebită și fără supraîncălziri locale;
— cuptorul cu inducție asigură o rezervă de metal lichid care corespunde cerințelor alternative ale exploatării și permite turnarea la temperaturi și compoziții chimice reglabile și exact determinate;
— cuptorul poate fi menținut peste noapte cald sau poate fi complet golit fără să survină pierderi de fontă ca la golirea cubilourilor;
— încărcătura cu materiale este mai simplă și nu necesită dispozitive constructive;
— permite o programare mult mai ușoară decît cubiloul.

Construcția cuptoarelor de elaborare cu inducție. Din punctul de vedere al principiului de funcționare cuptoarele pentru topire prin inducție se clasifică în:
— cuptoare cu miez (cu canal);
— cuptoare fără miez (cu creuzet).

Din punctul de vedere al principiului de funcționare, la cuptoarele cu inducție cu canal, schema electrică este identică cu a unui transformator

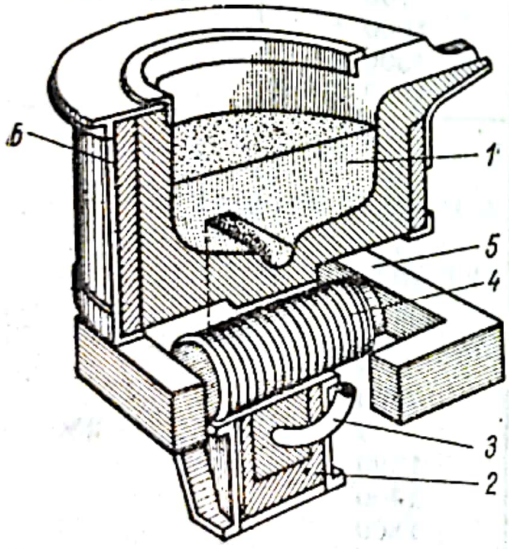


Fig. 4.20. Construcția schematică a cuptorului cu miez de oțel
1 — baia metalică; *2* — căptușeală refractară; *3* — canal; *4* — înfășurare; *5* — miez de oțel; *6* — carcasa metalică.

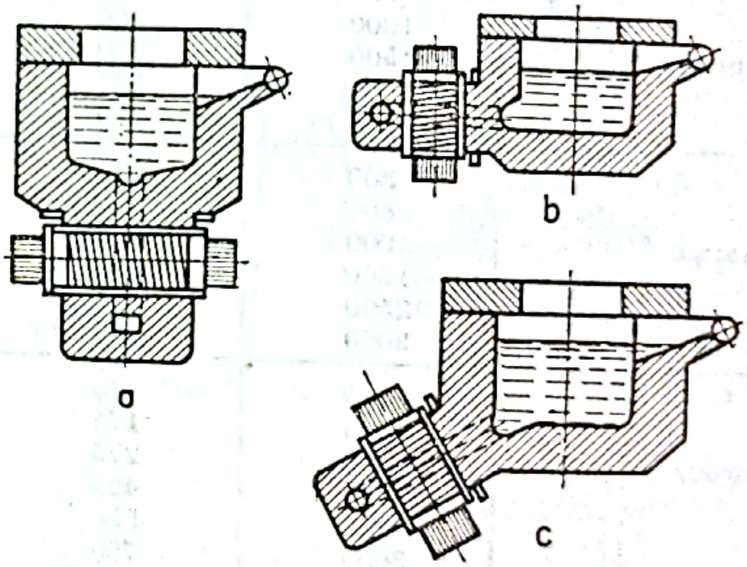


Fig. 4.21. Scheme constructive ale cuptorului cu canal.

de forță (înfășurarea secundară este sub forma unui canal închis în care se află metalul topit). În fig. 4.20 este reprezentată construcția schematică a cuptorului cu miez de oțel. Miezul poate fi plasat vertical (fig. 4.21, *a*), orizontal (fig. 4.21, *b*) și înclinat (fig. 4.21, *c*).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.27

CARACTERISTICILE CUPTOARELOR ELECTRICE CU INDUCȚIE CU CANAL

Tipul aliajului	Capacitatea cuvei kg	Putere instalată kVA	Productivitatea orară kg/h	Consum de energie kWh/
Fontă	200	150	250	450—480
	600	200	350	
	1000	300	500	
	1500	450	600	
	2500	600	700	
	5000	750	900	
Aluminiu	500	150	250	420—450
	1000	200	350	
		300	500	
	1500	450	600	
		475	750	
	2000	475	750	
		600	1000	
	3000	750	1200	
		1000	1500	
Cupru	300	100	250	260—280
	600	200	500	
	1000	300	700	
	1500	400	1000	
	2500	525	1300	
	3000	600	1500	
Alamă	300	100	300	175—190
	600	200	600	
	1000	300	1000	
	1500	450	1500	
	2500	550	2000	
	3000	750	2500	
Bronzuri	700	90	300	220—250
	600	175	600	
	1000	275	850	
	1500	450	1200	
	2500	550	1600	
	3000	750	1800	

În tabelul 4.27 sînt redate caracteristicile cuptoarelor cu canal pentru elaborarea aliajelor, iar în tabelul 4.28 caracteristicile cuptoarelor de așteptare cu canal (în general pentru procedeul duplex).

Cuptoarele cu inducție cu creuzet pot lucra:

— la frecvență joasă (50—60 Hz sau trifrecvență 150—180 Hz);

— la frecvență medie (500—10 000 Hz);

— la frecvență înaltă.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.28

CARACTERISTICILE CUPTOARELOR CU INDUCȚIE CU CANAL, UTILIZATE PENTRU AȘTEPTARE

Capacitate	Putere instalată kVA	Puterea la menținerea în stare lichidă	Consumul de energie la supraîncălzire kWh/t		Producția orară la menținere, kg.
			50°C	100°C	
4 000	150	70	30	50	8 000
4 000	250	70	70	50	8 000
6 000	250	120	30	50	12 000
6 000	350	120	30	50	12 000
10 000	400	180	30	45	18 000
15 000	400	250	25	43	32 000
20 000	550	250	25	43	32 000
30 000	750	300	25	43	55 000

Schema constructivă a unui cuptor cu creuzet este redată în fig. 4.22. În tabelul 4.29 se redau caracteristicile unor cuptoare cu frecvență joasă, folosite la elaborarea fontelor. Pentru cuptoarele proiectate în

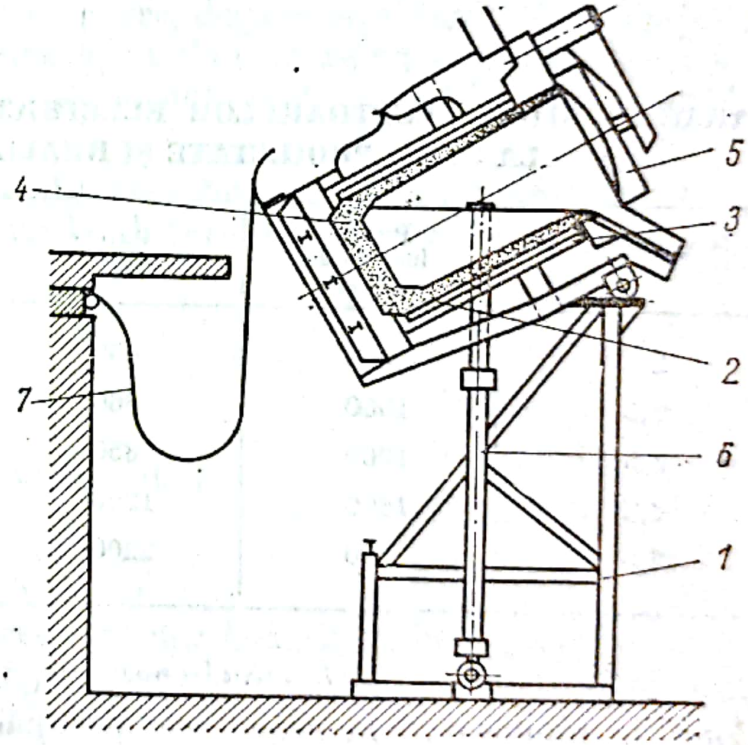


Fig. 4.22. Schema constructivă a cuptorului cu creuzet:
1 — cadru metalic; *2* — inductor; *3* — ecran magnetic; *4* — căptușeală refractară; *5* — capac; *6* — cilindri de basculare; *7* — cilindri electrici.

R.S. România și care s-au realizat sau sînt în curs de omologare, particularitățile constructive se redau în tabelul 4.30.

Căptușirea cuptoarelor de inducție. Pentru căptușirea cuptoarelor de inducție se utilizează stamparea:

— cu materiale umede (cu 3—5% apă, care are rolul de agent de lipire și se evaporă prin uscare);

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.29

CARACTERISTICILE CUPTOARELOR CU INDUCȚIE DE JOASĂ FRECVENȚĂ UTILIZATE LA ELABORAREA FONTELOR

Capacitatea creuzetului kg	Puterea la racord kVA	Productivitatea la 1250°C kg/h	Consumul de energie la 1250°C kWh/t
800	350	600	500
1 500	600	1 000	495
2 000	820	1 500	465
4 000	1 000	1 800	460
5 000	1 300	2 400	450
6 000	1 600	3 000	445
8 000	2 000	4 100	435
10 000	2 500	4 700	445
12 000	2 800	5 000	560
15 000	3 300	5 800	475
20 000	4 000	7 000	480
30 000	6 000	10 000	480

Tabelul 4.30

CARACTERISTICILE CUPTOARELOR ELECTRICE CU INDUCȚIE, CU CREUZET, LA 50 Hz, PROIECTATE ȘI REALIZATE ÎN R.S.ROMÂNIA

Capacitatea t	Putere instalată kVA	Putere kW	Productivitate la 1350°C t/h	Supraîncălzire ×100°C
2	600	450	750	2—4
3,5	1000	660	900	3—4
3,5	1000	850	1250	5—7
6,3	1600	1200	2000	6—10
12,5	3000	2200	3500	12—16

— cu materiale uscate (cu 0,5—2% apă, care ajută la sinterizare). Condiția obligatorie la realizarea stampării este pregătirea corespunzătoare a căptușelii refractare, evitarea pătrunderii materialelor străine în masa de stampare. Trebuie respectată și proporția granulometrică a maselor, presiunea de îndesare, precum și regimul de uscare sau de sinterizare.

Fenomenele și reacțiile care au loc la elaborarea fontelor cenușii. Au loc tot felul de reacții, printre care reacțiile dintre metal și căptușeala

Scanned with OKEN Scanner

refractară. În urma acestor reacţii are loc uzura căptuşelii cuptorului, îmbogăţirea fontei cu siliciu şi dezoxidarea.
Pentru a nu avea loc uzuri prea avansate şi a se limita schimbarea conţinutului de sicliciu este necesar să se conducă procesul de elaborare la temperaturi mai joase, iar menţinerile la temperaturile de evacuare să nu fie prea înalte. Tot prin aceleaşi tipuri de reacţii are loc şi o scădere a conţinutului de mangan din fonte.
În cuptoarele electrice cu inducţie mai are loc o degazare (eliminare prin separare mecanică sau dezoxidare a oxizilor, nitrurilor şi hidrogenului); în acelaşi timp se pot absorbi gaze din atmosfera existentă deasupra băii metalice.
În procesul de elaborare au loc şi reacţii de oxidare. Oxidarea fontei în cuptorul de inducţie este determinată de afinitatea elementelor componente faţă de oxigen, de gradul de agitare electro-magnetică, de înălţimea băii, de suprafaţa băii, de tipul cuptorului (frecvenţa, capacitatea) şi de felul încărcăturii metalice (aşchii sau calupuri).
Agitarea electromagnetică a băilor metalice provoacă omogenizarea compoziţiei chimice (în cea mai mare măsură faţă de toate celelalte cuptoare), separarea incluziunilor de zgură, activarea reacţiilor chimice, uşurarea dizolvării elementelor de aliere, degazarea şi purificarea aliajelor prin separarea incluziunilor nemetalice. Ca urmare a modului de încălzire a băii, zgura rămîne rece şi deci nu mai sînt create condiţii pentru reacţiile ei cu fonta.

Operaţiile metalurgice de la elaborarea fontelor în cuptoarele electrice prin inducţie. Operaţiile întîlnite la elaborarea fontelor cenuşii în aceste tipuri de cuptoare sînt:
— topirea;
— supraîncălzirea;
— dezoxidarea;
— alierea;
— menţinerea la temperatură constantă;
— carburarea;
— diluarea componenţilor în exces;
— eliminarea componenţilor nedoriţi.
În privinţa topirii, la elaborarea fontelor cenuşii trebuie precizat că în cuptorul cu inducţie se poate porni complet de la încărcătura solidă sau de la lichid, prin introducerea treptată de componente solide. Evident că ultima tehnologie permite o folosire mai bună a căldurii. La supraîncălzirea băii metalice trebuie vegheat pentru a nu se realiza temperaturi care să perforeze căptuşeala cuptorului. Pentru a preîntîmpina solicitări suplimentare ale căptuşelii cuptoarelor este necesar ca menţinerea la temperatura constantă să se realizeze cît mai aproape de temperatura lichidus.

Scanned with OKEN Scanner

În cuptoarele cu inducție fontele se pot alia cu orice element. Cu excepția manganului, care se pierde în proporție ceva mai mult, restul elementelor chimice (siliciul, cromul etc.) se asimilează foarte aproape de 100% (elementele cu foarte mare reactivitate trebuie adăugate cît mai aproape de evacuarea fontei din cuptor).
Carburarea fontelor se realizează mai ales cu spărturi de electrozi. Această carburare se poate realiza și în încărcătura solidă (de obicei în partea de jos a cuptorului). Carburarea se mai poate realiza și în baia metalică, adăogîndu-se corespunzător cocs de petrol, cocs superior, cărbune de electrod sau alte elemente carburigene (gradul de carburare crește foarte mult dacă se adaugă și elemente dezoxidante și desulfurate-carbura de calciu).
Reducerea conținutului de elemente în exces se realizează, de obicei prin diluția fontelor, apelînd la oțel cu conținut redus de carbon. Din baia metalică a cuptorului cu inducție se poate elimina într-o oarecare măsură sulful, manganul și siliciul.

Tehnologia de elaborare a fontelor în cuptoarele electrice cu inducție. Schema tehnologică de elaborare a fontelor cenușii în cuptoarele cu inducție se rezuma la:
— stabilirea compoziției chimice a fontei necesare;
— alcătuirea încărcăturii pentru asigurarea obținerii compoziției chimice a fontei (se va ține seama și de gradul de asimilare la elaborare);
— topirea șarjei pînă la o temperatură inferioară temperaturii de echilibru;
— alierea băii metalice cu elementele de aliere în ordinea crescătoare a reactivității față de oxigen;
— verificarea cantitativă a elementelor chimice din fontă;
— corectarea compoziției chimice;
— supraîncălzirea fontei la o temperatură cu peste 45—55°C peste temperatura de topire;
— răcirea băii metalice;
— descărcarea în oala de turnare.
Această schemă tehnologică este de multe ori modificată. Astfel, la fontele pentru piesele cu pereți uniformi și cu rezistențe reduse se renunță la o parte din supraîncălzirea și răcirea băii metalice. Dimpotrivă, la turnarea pieselor cu grosimi mici, pentru a asigura capacitatea de umplere necesară se va executa o supraîncălzire mai înaltă, răcirea băii nu se va mai aplica, iar descărcarea băii metalice și mai apoi turnarea în forme trebuie să se realizeze cît mai repede cu putință.
Se poate concluziona că în aceste tipuri de cuptoare se pot utiliza cele mai diverse tipuri de încărcătură, atît din punctul de vedere calitativ, cît mai ales cantitativ. Se pot introduce atît pulbere, șpan, dintre cele mai ușoare, cît și calupuri chiar de dimensiunea interioară a creuzetelor.

Scanned with OKEN Scanner

Totuşi nu trebuie exagerat cînd se utilizează material de încărcătură uşor. Acesta se va utiliza de preferinţă prin dizolvarea în baia lichidă deja formată. Se evidenţiază cu această ocazie necesitatea introducerii încărcăturii solide, bine uscată, mai ales a aşchiilor, care pot atrage mari cantităţi de umiditate. Pentru reducerea consumului de energie, precum şi a duratei de elaborare, se recurge frecvent la preîncălzirea pînă la temperaturi ridicate, chiar de 700—800°C (de fapt prealiajele şi feroaliajele se introduc numai sub această formă).

Ca nivel de încărcare se atrage atenţia că nu trebuie depăşită spira superioară a inductorului, deoarece în caz contrar pierderile prin radiaţie vor creşte foarte mul.t Nici încărcarea redusă a cuptorului nu este recomandată deoarece se amplifică pierderile de căldură necesare deschiderilor repetate pentru încărcare şi generează prelungirea nejustificată a duratei de elaborare. Toate aceste condiţii se pot îndeplini mai uşor dacă cuptorul este prevăzut cu instalaţii de pregătire şi de presare a încărcăturii metalice. În calitate de material de izolare în locul azbestului se pot utiliza fibre ceramice.· Pentru pregătirea căptuşelii se utilizează o instalaţie specială de vibrare. Exploatarea cuptoarelor a scos în evidenţă faptul că topirea aşchiilor impurificate cu ulei, este· neraţională şi îngreunează condiţiile de lucru. Pentru mărirea conţinutului de carbon şi siliciu se adaugă carbură de siliciu. Fonta este supraîncălzită în cuptor pînă la 1 530°C. Fonta elaborată în cuptoarele cu inducţie are duritate şi tendinţă de albire mai mare decît cea elaborată în cubilou, la aceeaşi compoziţie chimică, dar este mai ieftină decît aceasta cu circa 10%.

Procesul de topire al încărcăturii metalice trebuie să înceapă pe treapta de putere maximă, în vederea reducerii la minimum a duratelor de topire.

În această etapă, topirea se va conduce astfel încît să xse realizeze treptat, mişcînd bucăţile netopite pentru a se evita formarea podurilor Se va veghea cu grijă panoul de comandă, pentru respectarea indicaţiilor. pentru circuitul apei şi a parametrilor alimentării cu curent electric a primarului.

Temperatura se va urmări cu mare atenţie, deoarece cuptoarele nu sînt prevăzute cu limitatoare de temperatură.

Pentru a utiliza raţional energia electrică, golirea cuptorului este indicat să se realizeze doar în proporţie de 1/3. În acest sistem de evacuare se realizează şi o productivitate orară ridicată. Lucrul în schimburi succesive permite obţinerea unor consumuri energetice reduse. Înainte de turnarea metalului lichid se decuplează cuptorul şi se aduce oala de turnare bine încălzită.

Scanned with OKEN Scanner

În general, la exploatarea cuptoarelor de inducție se impun multe reguli, care de fapt se particularizează pentru fiecare agregat și tip de fontă. Elaborarea fontelor cenușii în cuptoare cu inducție permite pe lîngă economii de cocs și reducerea poluării atmosferice.

6.4. ELABORAREA FONTELOR ÎN CUPTOARELE ELECTRICE CU ARC

Cuptoarele electrice cu arc de elaborat fontă sînt identice cu cele utilizate în oțelării, avînd capacitatea cuprinsă între 0,5—5 t (valorile mai mari se întîlnesc în special la procesul duplex).

Căptușeala acestor cuptoare electrice este de cele mai multe ori acidă. Căptușeala bazică se utilizează numai atunci cînd încărcătura metalică conține mult sulf și fosfor.

În fig. 4.23 se redă schema cuptorului electric cu arc, utilizabil la elaborarea fontelor cenușii. Puterile transformatorului sînt cuprinse între 400—2 200 kW.

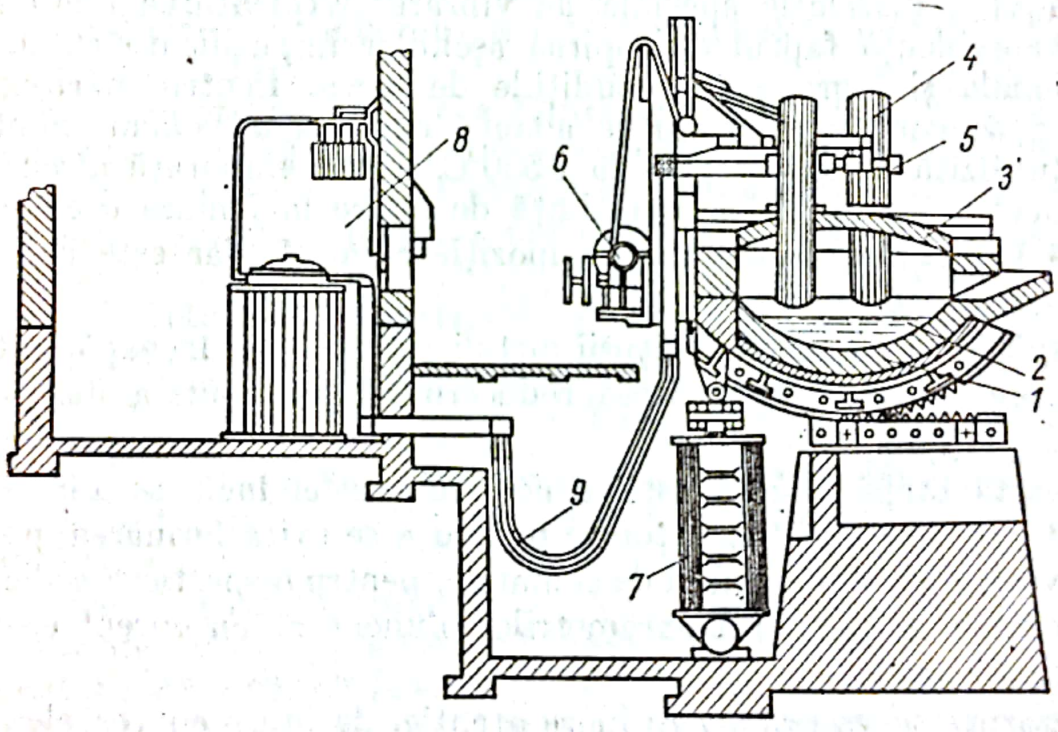


Fig. 4.23. Cuptor electric cu arc:
1 — vatră; *2* — baie metalică; *3* — boltă; *4* — electrozi de grafit; *5* — port-electrozi; *6* — role; *7* — dispozitiv de basculare; *8* — transformator; *9* — conductor de cupru.

Aceste cuptoare au consumuri de energie de ordinul 450—600 kWh/t (la procedeul duplex se diminuează consumul la nivelul de 100—180 kWh/t /t). Este util să se precizeze faptul că la aceste cuptoare sînt necesare cam 9—14 kg/t de fontă lichidă (la procedeul duplex chiar 3—5 kg/t)

Scanned with OKEN Scanner

iar consumul de refractare de circa 15 kg/t (mult mai mult decît acela de 3 kg/t realizat la cuptoarele cu inducţie).
Cuptoarele electrice cu arc sînt indicata pentru elaborarea fontelor:
— cu conţinuturi scăzute de sulf şi fosfor, destinate unor scopuri speciale;
— cu conţinuturi mai scăzute de carbon.
Cuptoarele electrice cu arc necesită investiţii capitale mai mici decît cuptoarele cu inducţie, în schimb la elaborare consumă mai multă energie electrică şi o degajare mai mare de gaze. Condiţiile de lucru în turnătoriile cu cuptoare cu arc sînt mai grele decît în cele cu cuptoare cu inducţie.

6.5. ELABORAREA FONTELOR CENUŞII PRIN PROCEDEE DUPLEX

Aceste sisteme de elaborare se practică în situaţia în care este necesară o îmbinare a avantajelor cuptoarelor de elaborare. Procedeele duplex se utilizează atunci cînd sînt necesare cantităţi foarte mari de fontă lichidă şi în acelaşi timp calităţi superioare de fontă. Procedeele duplex se utilizează mai ales la fontele cenuşii superioare şi la elaborarea fontelor maleabile sau modificate. De obicei utilizarea procesului duplex sau triplex se recomandă pentru înlăturarea dezavantajelor întîlnite la un singur agregat de elaborare. Astfel, se pot întîlni procese tehnologice de elaborare a fontelor cenuşii pentru turnarea în piese:
— cubilou — cuptor electric cu inducţie cu canal;
— cubilou — cuptor electric cu arc;
— cubilou — cu cuptor cu flacără;
— cuptor cu inducţie cu creuzet — cuptor cu inducţie cu canal;
— cuptor electric cu arc — cuptor electric cu inducţie cu canal;
— furnal — cuptor cu inducţie.
Înainte de a prezenta limitele şi recomandările fiecărui tip de variantă se consideră utilă prezentarea unor aspecte care condiţionează poziţia agregatului în ansamblul procesului de elaborare. Primul cuptor de elaborare este determinat mai ales de economicitatea metodei de topire. Din aceste considerente se preferă cubiloul deoarece folosirea cocsului rămîne mai avantajeoasă. Acesta se înlocuieşte cu cuptorul cu inducţie cu creuzet numai în situaţiile în care încărcătura metalică nu este indicată pentru topirea în cubilou respectiv cînd conţine deşeuri şi aşchii de fier vechi. În ceea ce priveşte al doilea agregat care de fapt este un cuptor de aşteptare sau ridicare a temperaturii fontei, omogenizarea compoziţiei chimice sau schimbarea acestuia prin utilizarea adaosurilor. Se observă deci că pentru cel de al doilea agregat din ansamblul procedeului duplex de elaborare este mai raţional cuptorul electric cu inducţie cu creuzet. Cînd însă este necesară numai

Scanned with OKEN Scanner

omogenizarea și menținerea temperaturii, cele mai economice sînt cuptoarele cu canal. Din punctul de vedere al variantei de încărcare-descărcare, procedeul duplex este de tipul:

— încărcare continuă și evacuare continuă;
— încărcare discontinua și evacuare continuă;
— încărcarea continuă și evacuarea discontinuă;
— încărcare continuă și evacuare continuă.

Procedeul duplex cubilou-cuptor electric cu inducție cu canal. Acest procedeu este larg utilizat în turnătoriile de fontă cenușie. Răspîndirea se datorește combinării oarecum optimizate a elaborării, deoarece topirea se realizează cu ajutorul cocsului, iar supraîncălzirea și menținerea în cele mai bune condiții, cu ajutorul cuptorului electric cu inducție.

Prin elaborarea fontelor la temperaturi minime în cubilouri se reduce substanțial consumul de cocs. Prin diminuarea cantității de cocs de topire se reduce și aportul de sulf din încărcătură, ceea ce înseamnă pentru aproximativ aceleași randamente de asimilare în baia lichidă, fonte finale cu mai puțin sulf. Fiind cocs mai puțin, bineînțeles că și capacitatea de carburare a procesului este mai mică. Aceasta poate să însemne fonte cu conținuturi mai reduse de carbon și deci posibilități de realizare și a fontelor cu înalte caracteristici mecanice. Fonta rece de la începutul elaborării în cubilou prin supraîncălzire în cuptorul electric cu inducție poate fi dată în producție și nu mai este necesar să i se dea alte destinații decît la turnarea pieselor obișnuite. Datorită capacității mari a cuptoarelor electrice cu inducție cu canal, acestea pot îndeplini și funcțiile de melanjor, compensînd modificările continue de compoziții chimice și de temperaturi. Aceasta asigură și o reglare exactă a temperaturii fontei, adaptîndu-se ușor condițiilor concrete de exploatare.

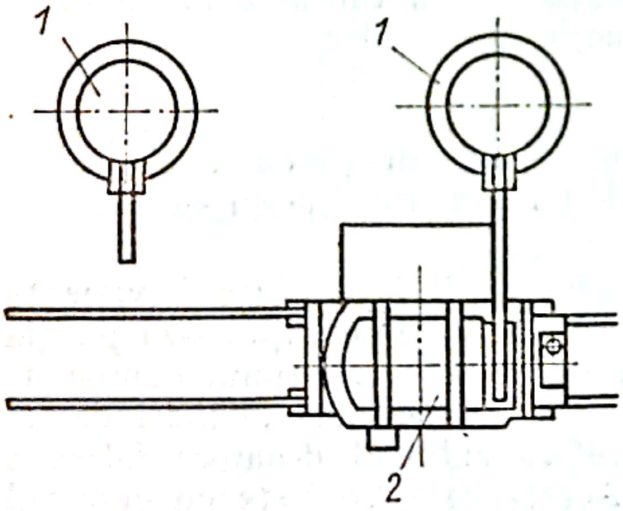


Fig. 4.24. Procedeu duplex de elaborare cubilouri-cuptor de inducție cu creuzet.

În fig. 4.24. se prezintă schematizat amplasamentul unui sector de elaborare cu două cubilouri *1* și un cuptor de inducție *2* cu creuzet (cu rol de antecreuzet mobil). Cuptorul electric cu inducție este basculant și are de obicei capacitatea aproximativ egală cu producția orară a cubiloului.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeul duplex cubilou-cuptor electric cu arc. Prin acest procedeu se urmăreşte obţinerea fontelor aliate supraîncălzite, cu conţinut scăzut de fosfor, sulf sau carbon. Alierea se face în cuptorul electric, care în general se realizează cu randamente mari de asimilare, ceea ce conferă o mare precizie în realizarea fontelor cenuşii de cele mai diferite tipuri. Dacă aceste cuptoare au căptuşeli bazice, atunci în aceste se vor putea realiza şi procese de defosforare sau desulfurare pentru fontele obţinute în cubilouri cu conţinuturi depăşite de asemenea elemente însoţitoare. Acest tip de proces duplex permite folosirea celor mai diferite tipuri de materiale metalice pentru elaborare, iar în cuptorul cu arc se pot adăuga şi mari cantităţi de deşeuri proprii.

Procedeul duplex cubilou-cuptor cu flacără. Acest procedeu se utilizează în special la elaborarea unor cantităţi mari de fontă cenuşie (cubilou-cuptor cu vatră) sau a unor fonte cu conţinuturi reduse de carbon (cubilou-cuptor rotativ). Aceste tipuri de procedee se întîlnesc din ce în ce mai puţin, ele fiind întîlnite doar în cazul lipsei cuptoarelor cu inducţie. În fig. 4.25 se expune schematizat ultima variantă a procedeului duplex. Capacitatea cuptorului rotativ este aproximativ de cinci ori mai mare decît productivitatea cubiloului.

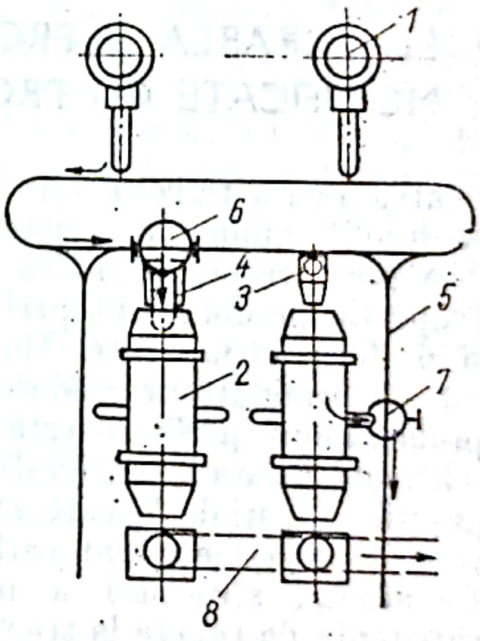


Fig. 4.25. Procedeu duplex cubilou-cuptor rotativ:
1 — cubilou; *2* — cuptor rotativ; *3* — injector; *4* — jgheab; *5* — monoşină; *6* — oală intermediară; *7* — oală de turnare; *8* — canal pentru evacuarea produselor de ardere.

Procedeul duplex cuptor electric cu inducţie cu creuzet — cuptor electric cu inducţie cu canal. Este un procedeu foarte larg răspîndit. Are marele avantaj că acest procedeu permite obţinerea unor compoziţii chimice deosebit de precise. Fonta elaborată în cuptorul electric cu inducţie cu creuzet se trece direct printr-un jgheab în cuptorul cu inducţie cu canal, din care se poate turna cu oale mici. Sporirea eficienţei economice a instalaţiei din punctul de vedere al consumului energetic se realizează la descărcări mai rare, atît din cuptorul cu creuzet cît şi din cuptorul cu canal. Acest procedeu se poate aplica şi pentru turnarea pieselor foarte mari, caz în care cuptorul electric cu inducţie cu canal are capacitate mare şi preia întraga fontă topită în cuptorul cu creuzet. Fonta elaborată în cuptorul cu creuzet are de obicei temperatură joasă, dar în limite de compoziţie foarte strînse. Producţia cuptorului electric cu inducţie cu creuzet poate fi amplificată prin micşorarea numărului de descărcări.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeul duplex cuptor electric cu arc — cuptor electric cu inducție cu canal. Cuptorul electric cu arc este utilizat în cazurile în care nu sînt cunoscute compozițiile încărcăturii, astfel încît de fiecare dată trebuie corectată încărcătura și tratată sub strat de zgură. Deobicei, temperatura de evacuare a fontei din cuptorul cu arc este aceeași cu temperatura de turnare, ceea ce înseamnă că cuptorul electric cu inducție are exclusiv rolul de așteptare și omogenizare. În acest mod se asigură combinarea optimă între cuptorul cu arc ca agregat de elaborare din încărcătură solidă (rentabilitate de circa 80%) și așteptarea în cuptorul cu canal (rentabilitate de 80%).

Procedeul duplex furnal — cuptoare electrice cu inducție. Acest procedeu este posibil de aplicat în combinatele siderurgice în care se elaborează fonte de turnătorie. Fonta din furnal se trece într-un melanjor și de aici, cu ajutorul oalelor, în cuptoarele electrice. Proporția fontei brute lichide este de 60—90%, restul de 10—40% fiind folosit fier vechi ușor și mijlociu. Acest tip de elaborare permite reducerea prețului de cost la aproape jumătate.

7. ELABORAREA ȘI PRODUCEREA FONTELOR CENUȘII MODIFICATE CU PROPRIETĂȚI SUPERIOARE

Pentru a caracteriza aceste tipuri de fonte cu grafit lamelar s-a acceptat ca limită minimă a rezistenței de rupere la tracțiune valoarea de 30 daN/mm², respectiv limita minimă Fc300, ceea ce înseamnă structural proporție predominant perlitică. În plus, separările de grafit sînt fine și uniform repartizate. Micșorarea dimensiunilor separărilor de grafit este determinată de scăderea sumei (C + Si). Pentru a obține proporția predominant perlitică este necesară mărirea conținutului de mangan (element puternic antigrafitizant și antiferitizant). Totuși, elementele practice esențiale la care se apelează pentru obținerea fontelor cu proprietăți superioare sînt carbonul și siliciul.

La aceeași structură a masei perlitice, fontele pot avea diferite rezistențe de rupere la tracțiune, acționînd asupra cantității de separări de grafit, asupra formei separărilor de grafit sau asupra măririi numărului de celule eutectice.

Micșorarea cantității de grafit se realizează prin diminuarea conținutului de carbon și siliciu și, mai ales, prin reducerea gradului de saturație S_c. Conținutul de carbon se micșorează (la valori de 2,8—3,2%) apelînd la cantități ridicate de fier vechi din încărcătură sau chiar la producerea fontelor sintetice.

În privința numărului de celule eutectice din fontă se poate preciza faptul că fontele brute albe și fontele speciale (de tip FLX) contribuie

Scanned with OKEN Scanner

esențial la eliminarea efectului ereditar al grafitului remanent. Fără a schimba condițiile de turnare, aceste fonte brute contribuie la sporirea rezistenței cu 5—10 daN/mm². Grafitul remanent se poate reduce și prin supraîncălzirea avansată a fontelor obișnuite. Mărirea vitezei de răcire se realizează în cazul turnării fontelor în piese cu pereți subțiri sau forme metalice.

Compactizarea formei separărilor de grafit constituie cea mai practică cale pentru mărirea rezistenței fontelor. Acesată compactizare înseamnă, în primul rînd, rotunjirea vîrfurilor lamelelor, prin scurtarea lungimii și sporirea grosimii lor (se reduce efectul de crestătură al grafitului). Sub această formă masa metalică a fontelor se apropie de aceea a oțelurilor. Soluția practică de obținere a acestor forme o reprezintă *modificarea.*

Forma separărilor influențează în cel mai înalt grad rezistența fontelor. Se știe că la solicitări de întindere, la vîrfurile separărilor de grafit are loc o concentrare importantă de tensiuni. Deci, separările de grafit au un efect de crestare asupra masei metalice de bază. Concentrările de tensiune pot depăși cu mult valoarea medie a tensiunilor, favorizînd ruperea pieselor. Cu cît compactitatea separărilor de grafit este mai mare, la aceeași structură a masei metalice de bază, compoziția chimică, cu atît efectul de crestare este mai mic, iar caracteristicile mecanice mai mari. Repartizarea separărilor de grafit are efecte directe asupra rezistenței și tenacității. Creșterea neuniformității separărilor de grafit prin creșterea gradului de aglomerare înseamnă că porțiuni întregi de masă metalică sînt tot mai izolate, iar preluarea de sarcini mecanice este tot mai dificilă. Din aceste motive se dorește o creștere a compactității separărilor de grafit, o mărire a numărului acestora *modificarea fontelor.* Prin modificare se înțelege operația de schimbare a condițiilor de formare a granulelor de cristalizare (număr și viteză de creștere), în așa fel încît să se obțină compactizarea și mărirea numărului separărilor de grafit într-o măsură cît mai pronunțată, efectul fiind instabil în timp.

Modificarea reprezintă singurul procedeu care asigură în același timp atît creșterea compactității separărilor de grafit, cît și mărirea numărului lor, în condițiile unei repartizări uniforme în masa metalică de bază. În acest scop se introduc cantități foarte mici de elemente sau combinații de elemente (prealiaje) nu mai mari de 0,2% de fiecare element (adăugat atît în stare lichidă, cît mai ales în stare solidă). Elementele care și-au găsit utilizarea în practica modificării fontelor sînt: Ca, Sr, Ba, Mg, Ce, Bi, Te, precum și pămînturile rare. Acestea sînt *elemente modificatoare.* Dacă lîngă acestea se adaugă și alte ele-

Scanned with OKEN Scanner

mente care completează efectele modificării (elemente ajutătoare) se obţin *modificatorii*. Elementele ajutătoare se împart în două categorii:
— care măresc numărul separărilor de grafit: Al, Ti, Zr, B, C (grafit);
— care măresc proporţia de perlită, datorită efectului antigrafitizant: Cu, Sn, Mn, Cr.
Lîngă aceste elemente modificatoare şi ajutătoare se mai introduce în modificatori şi siliciul (în proporţii chiar însemnate) deoarece favorizează în mare măsură separările de grafit.

Fabricarea fontelor superioare cu grafit lamelar. La aceste fonte, vîrfurile separărilor de grafit sînt rotunjite, creîndu-se un mare număr de germeni de grafit uniform repartizaţi. Prin modificare se reduce conţinutul de grafit legat (deci cantitatea de cementită), schimbîndu-se structura masei metalice de la aceea a fontelor albe sau pestriţe la a fontelor perlitice. Aceste fonte au rezistenţe de 30—40 daN/mm² şi alungirile de maximum 1%.

Fabricarea fontelor cu grafit vermicular. Întrucît separările de grafit în acest caz sînt mult mai mici şi mai subţiri, uniform repartizate în masa metalică de bază, aceastea reprezintă forme de trecere spre fonta cu grafit nodular. De aceea, asemenea fonte se caracterizează prin rezistenţe înalte, de 35—45 daN/mm² şi alungiri de 2—5%.
Ambele tipuri de fonte intră totuşi în categoria fontelor cenuşii modificate. Efectul modificării se dimiunează sau se elimină prin creşterea duratei de menţinere postmodificare. De aici rezultă necesitatea efectuării unor operaţii în timp scurt, reducerea perioadelor de după tratamentul cu modificatori în stare lichidă, organizarea judicioasă a operaţiilor de manipulare a oalelor de turnare şi turnarea propriu zisă.

Tehnologia de modificare a fontelor cenuşii. Fontele modificate, cu grafit lamelar, au compoziţiile chimice în limitele: 2,7—3,2% C, 1,4—2,5% Si, 0,7—1,2% Mn, sub 0,2% P şi sub 0,12% S. În condiţile în care mai pot apărea elementele în limitele 0,8—1,5% Ni, 0,4—0,6 Cr, 0,3—0,8% Mo sau chiar 1—2% Cu, aceste compoziţii sînt orientative, ele stabilindu-se pe baza diagramelor structurale, avînd în vedere şi grosimile pieselor care se vor turna. Pentru alegerea compoziţiilor chimice se vor folosi diagramele R. Döpp, Coyle, Uhlitsch sau Patterson [22].
Fontele modificate cu tenacitate ridicată se vor obţine în general cu fonte curate din punct de vedere al sulfului ($\leqslant$ 0,002% S), dar avînd conţinuturi mai mari de siliciu 2,2—2% Si, iar de carbon 3—3,6% şi mangan 0,2—0,70%. Rezistenţele se obţin la valori comparabile cu în condiţiile unei repartizări uniforme în masa metalică de bază. Aceste trei aspecte esenţiale se realizează prin acest tratament în stare lichidă ale fontelor nodulare, dar tenacităţile sînt mai mici ($\delta = 2—5\%$).

Scanned with OKEN Scanner

Modificatorii sînt redaţi în tabelul 4.31. Primii şapte modificatori sînt pe bază de ferosiliciu, iar următorii zece pe bază de silicocalciu (restul de doi sînt de tip amestec). Cele mai utilizate sînt ultimele patru tipuri. Cantităţile utilizate sînt cuprinse între 0,05—0,2%. Pentru alţi modificatori, cantităţile ajung la 0,4—0,6%.

Efectul modificărilor depinde nu numai de compoziţia şi cantitate de modificator introdusă în fonta lichidă, ci şi de gradul de asimilare a elementelor modificatoare, care la rîndul lui depinde de tehnica modificării (modul de introducere a modificatorilor, temperatura fontei, durata de menţinere a fontei modificate în stare lichidă e.t.c.).

După locul de introducere a modificatorilor, tehnologia de modificare are trei variante: modificarea în jgheabul (în jet) de descărcare din cuptor; modificarea fontei în oala de turnare şi modificarea chiar în formă.

Cea mai întîlnită este cea de a doua metodă, care se realizează prin:

— introducerea modificatorilor în oala goală, înainte de introducerea fontei lichide;

— introducerea simultan cu umplerea oalei cu fontă lichidă;

— introducerea modificatorilor după ce oala s-a umplut cu fontă lichidă.

Modificarea fontelor în formă are marele avantaj că valorifică la maximum influenţa modificării, imediat după topirea modificatorului, fiind necesare cele mai reduse cantităţi de modificatori (0,05—1% din greutatea fontei lichide).

Dimensiunile granulelor de modificatori sînt dependente de cantitatea de fontă turnată, de la 2—5 mm pentru oala de 100 kg, la 15—20 mm pentru oale de turnare de 1—5 t.

Temperatura fontelor supuse modificării trebuie controlată. Dacă se acceptă supraîncălziri mari la elaborare, temperatura de modificare trebuie să fie mai scăzută, deoarece numai în aceste situaţii se obţin efectele maxime ale modificării. Temperaturile de modificare prea ridicate distrug germenii de modificare şi reduc astfel efectul procesului. Avînd în vedere toate aceste aspecte tehnologice, se stabilesc individual parametrii tehnologici ai obţinerii pieselor din asemenea fonte modificate. Tehnologia se stabileşte avîndu-se în vedere prescripţiile privind caracteristicile mecanice, forma şi dimensiunile piselor. Tot premize tehnologice sînt tipul formei, cuptorul de elaborare, modul de turnare, tipul de modificator. Se stabilesc parametri de modificare (compoziţia chimică a fontei, temperatura de evacuare a fontei, cantitatea de modificator, granulaţia modificatorului, modul de introducere a modificatorului, durata de aşteptare şi viteza de turnare în formă). Spre exemplificare, în tabelul 4.32 se dau compoziţiile chimice ale unor piese obţinute din fonte cu grafit lamelar modificate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.31

MODIFICATORI PENTRU FONTE CU GRAFIT LAMELAR

Nr. crt.	Sistemul	Denumirea comercială	Compoziția chimică, %						
			Si	Ca	Al	Ba	Sr	Zn	Alte elemente
1	FeSi 75	—	75	0,5—1,0	0,1—2,5	—	—	—	
2	FeSiSr	Superseed	75	Max. 0,1	0,1—2,5	—	0,6—1	—	
3	FeSiMn	—	60—65	1—2,5	0,5—1,0	—	—	—	4,6% Mn
4	FeSiMnZn	SMZ	60—65	—	—	—	—	5—7	5—7% Mn
5	FeSiZn	ZL 80	60—80	2—2,5	1,5	—	—	1,5	—
6	FeSiMnZnTi	—	60—65	1,5—2,5	1—1,5	—	—	5,5	6,5% Mn, 0,2% Ti
7	FeSiMnBa	Incaloy 63	60—65	1,5—3	1,0—1,5	4—6	—	—	9—12% Mn
8	SiCa	—	70	30	—	—	—	—	—
9	SiCaFe		30—55	25—30	—	—	—	—	—
10	SiCaAl	—	30—50	20—25	5—15	—	—	—	Max. 1,5 Mn
11	SiCaZn	—	30	35	—	—	—	12—15	—
12	SiCaMn	—	25—35	15—25	—	—	—	—	—
13	SiCaTiCe	—	30	18	2,5	—	—	—	4,5 Ti, 18% C, 4% La
14	SiCaZrCe	—	30	24—26	—	—		12—15	14—16% Ce
15	SiCyBMg	—	38	28	2	—	—	—	2% B, 5% Mg
16	SiCaBaAlMg		62—66	10—14	7—12	1—3	—	—	1—2% Mg
17	SiCaBa		60—65	18—25	0—1,5	3—7	—	—	—
18	SiCaBaAlC		48—52	6—9	3—6,5	2—5	—	—	0,7—1,5% Mg, 24—26% C
19	SiCCaBa		30—90	9—15	—	1,5—4	—	—	40—50% C

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.32

COMPOZIȚIILE CHIMICE ALE FONTELOR MODIFICATE CU GRAFIT LAMELAR PENTRU UNELE TIPURI DE PIESE

Tipul preselor	Repere	Compoziția chimică, %								
		C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	Altele
Chiulase	Motoare mici	3,5—3,6	2,2—3,0	0,6—0,9	< 0,1	< 0,5	—	0,2—0,4	0,5—0,7	—
	Diesel mari	3,1—3,25	1,65—2,0	0,7—0,87	< 0,1	< 0,10	—	0,25—0,4	0,5	1,5 Cu
Axa cu came	1	3,25—3,4	2,3—2,5	0,6—0,8	< 0,1	< 0,2	0,3—0,5	0,3—0,5	—	0,1 Cu
	2	3,6—3,9	1,3—1,6	0,6—0,8	< 0,1	< 0,2	—	0,3—0,1	0,7—0,9	—
Pistoane	Mari	2,9—3,1	1,1—1,3	0,6—0,8	< 0,1	< 0,2	—		0,45—0,55	1,1—1,3 Cu
	Mici	3,3—3,6	1,5—2,25	0,42—0,63	< 0,05	< 0,12	0,05—0,15	0,05—0,15	0,02—0,1	

Scanned with OKEN Scanner

8. ELABORAREA ȘI PRODUCEREA FONTELOR MODIFICATE CU GRAFIT NODULAR

La acest tip de fonte se obţine cel mai puternic efect modificator, atît din punctul de vedere al compactităţii separărilor cît mai ales al numărului de separări. Durata acestui fapt precum şi avantajelor economice, deja menţionate, producţia acestor tipuri de fonte a cunoscut şi cunoaşte o amplă dezvoltare. Pentru construcţia de maşini importanţă deosebită prezintă fontele cu plasticitate ridicată şi cu rezistenţă ridicată. Deosebirile dintre aceste tipuri de fonte se datoresc doar din punctul de vedere al compoziţiilor chimice ale fontelor lichide, regimurile de modificare fiind aproape identice.

Modificarea fontelor pentru a obţine grafit nodular se realizează cu Mg, Ce, Ca etc., iar pentru mărirea numărului de nodule de grafit şi eliminarea carburilor primare cu Si, Ba etc. Dacă aceste elemente se adaugă înaintea modificării, avem de a face cu *antemodificare*, iar dacă se adaugă după nodulizare, cu *postmodificare*.

Din punctul de vedere al compoziţiei chimice fontele cu grafit nodular se caracterizează prin conţinut ridicat de carbon şi siliciu, prin conţinut ridicat de carbon şi siliciu, prin conţinut redus de fosfor şi sulf. Conţinutul de carbon variază între 3,2—4,0%, iar cel de siliciu între 2—3,0%, deci fontele sînt eutectice şi hipereutectice. Conţinutul de mangan poate varia în limitele 0,3—1,5%; conţinutul mic se utilizează la fontele cu plasticitate ridicată, iar conţinutul mai mare, la fontele cu alungire scăzută. Fosforul se limitează la 0,1%, pentru a se mări tenacitatea. Sulful, formînd cu magneziul compuşi, se limitează la valori mici, pentru a nu se impurifica fontele şi a nu diminua caracteristicile fizico-mecanice.

Fontele se nodulizează de obicei cu magneziu (mai rar cu ceriu sau calciu), sub formă metalică (element tehnic pur), de prealiaje sau de săruri. Magneziul metalic se introduce în fonta lichidă cu un clopot în oale de presiune (autoclave). O altă metodă de introducere a magneziului este modificarea cu cocs impregnat cu magneziu. Toate aceste tipuri de modificări cu magneziu metalic prezintă o serie de dezavantaje, printre care cele mai importante sînt cele legate de pierderile mari de magneziu prin evapoarea şi de scădere intensă a temperaturii fontei. Compoziţiile chimice informative ale fontelor modificate cu grafit nodular nealiate s-au trecut în tabelul 4.5. În afară de aceste tipuri de fonte se mai produc fonte cu grafit nodular slab aliate (cu 1—2% Cu, sau cu 1,5—3,5% Ni, sau cu nichel-crom-molibden). Aceste fonte se caracterizează prin proprietăţi superioare de antifricţiune şi de rezistenţă, rezistenţă la temperaturi înalte, rezistenţă la uzare şi capacitate de durificare superficială. În consecinţă, aceste tipuri de fonte

Scanned with OKEN Scanner

slab aliate cu nichel, molibden, crom și cupru au nu domeniu larg de folosire.

Fontele cu grafit nodular mediu aliate sînt fontele cu rezistență ridicată aliate cu nichel (pînă la 5%), fontele cu rezistență și plasticitate ridicate aliate cu mangan (pînă la 5%) și molibden (pînă la 0,9%), fontele refractare sau rezistente la uzură, aliate cu siliciu (4,5—5,5% Si). Ultimele tipuri au rezistență mecanică și stabilitate dimensională ridicată chiar și la 700°C.

Fontele cu grafit nodular înalt aliate sînt pe bază de nichel (20—30% Ni), cu siliciu (15—18% Si) și cu aluminiu (19—23% Al).

Cu privire la tehnologia de fabricare a fontelor cu grafit nodular se consideră necesar a se preciza:

— influența materiilor prime asupra calității fontei;

— tipul agragatului de elaborare sau existența elaborării duplex;

— necesitatea desulfurării fontelor în afara agregatului.

Calitatea fontei lichide se apreciază prin conținutul de elemente de bază, de elemente antimodificatoare, de gaze și incluziuni nemetalice și de grafit remanent. Toate aceste criterii au influențe hotărîtoare asupra formării structurii fontelor și implicit asupra caracteristicilor fizico-mecanice. Calitatea fontei lichide este influențată decisiv de componentele încărcăturii agregatelor, condițiile de elaborare, tipul cuptorului, temperatura de supraîncălzire. prelucrarea metalurgică în afara agregatului de elaborare, precum și de metoda de formare-turnare.

Se cunoaște că o fontă supusă nodulizării trebuie să fie cu conținuturi cît mai reduse de elemente antimodificatoare, gaze, incluziuni de grafit remanent.

Întrucît nici un cuptor nu poate permite diminuarea apreciabilă a influenței acestor factori (elemente antimodificatoare, gaze, incluziuni și grafit remanent) este necesară alcătuirea șarjelor astfel încît să se asigure conținuturi minime ale acetor elemente. Fontele brute trebuie să asigure doar aportul de carbon și siliciu, evitîndu-se pe cît posibil adăugarea de elemente carburogene sau de adaosuri de ferosiliciu. Din acest punct de vedere se amplifică utilizarea fontelor brute speciale (caracterizate prin conținuturi scăzute ale elementelor însoțitoare, ale gazelor și incluziunilor nemetalice).

O largă utilizare o au fontele afinate cu oxigen (de tip OB) care se caracterizează prin conținuturi reglate de C (3,8—4,2%), de siliciu (0,03—2,5%), iar celelalte elemente, mai ales manganul în cantități neesențiale. Tot pentru elaborarea fontelor cu grafit nodular se elaborează și fontele sintetice, pornind de la fier vechi de calitate (prin carburare) utilizînd cuptoare electrice cu arc, sau unele cubilouri.

Scanned with OKEN Scanner

Fierul vechi, prin influența pe care o are asupra fontei lichide, se utilizează în proporții ridicate (60—80%, în cuptoarele cu inducție și chiar 30% în cubilouiri).
Fonta veche trebuie bine sortată pentru a se evita adaosurile suplimentare de sulf, știută fiind creșterea conținutului de sulf la elaborarea în cubilouri acide pe seama trecerii de la cocsul de turnătorie.

Elaborarea în cubilouri a fontelor ce se vor noduliza. La acest agregat se ridică aspecte legate de elaborarea fontelor la temperaturi ridicate, de reducerea conținutului de sulf și de asigurarea condițiilor pentru constanța conținutului de elemente chimice componente.
Pentru a corespunde din punctul de vedere al temperaturii trebuie apelat la soluțiile de intensificare a regimului termic (aer preîncălzit, aer îmbogățit cu oxigen, folosirea gazului metan, carbură de calciu în încărcătură), precum și utilizarea de cocs de calitate superioară (cu dimensiuni mari, cu conținut mic de cenușă și volatile etc.).
Scăderea conținutului de sulf influențează atît acționînd asupra încărcăturii metalice și asupra regimului termic, cît și asupra calității cocsului (din punctul de vedere al sulfului) și adaosurilor de fondanți (CaF_2, Na_2O, MgF_2 și mai ales fondanții sintetici de tipul FLUROM).
Pe lîngă efectul de intensificator de proces FLUROM-ul asigură și reducerea conținutului de sulf, ridicînd conținutul de zgură în procesul de topire în cubilou de la 0,1—0,3% pînă la 0,3—0,7%.
Constanța conținutului de elemente chimice din fonta lichidă nu poate fi asigurată prea mult la astfel de agregate; de aceea, pentru astfel de agregate trebuie să se adopte soluția optimă a volumului antecreuzetului, constanța pregătirii șarjelor și modul de încărcare. La elaborări frecvente de astfel de fonte este necesară echiparea atelierului cu mijloace rapide de analiză chimică, eventual chiar cu spectrometre electronice cu afișaj.

Elaborarea în cuptoare electrice cu inducție a fontelor ce se vor noduliza. La elaborarea fontelor în astfel de cuptoare se obțin compoziții chimice mai precise și mai omogene ale masei lichide, fiind de fapt cele mai indicate agregate pentru acest scop. În cuptoarele cu inducție fontele lichide pot fi evacuate chiar la temperaturi de peste 1325°C. În plus, folosirea unor proporții mai mari de fier vechi determină ca șarjele acestor cuptoare să fie cele mai ieftine.
În aceste agregate se pot realiza și apreciabile viteze de carburare (0,08% C/min, cu ajutorul mangalului chiar pînă la 0,12%C/min în cazul spărturilor de electrozi). Asimilarea carbonului este influențată de temperatura fontei și durata de menținere a agentului de carburare în fonta lichidă.
În cuptoarele electrice cu inducție nu se pot obține condiții pentru desulfurare (căptușeală acidă) sau se asigură unele desulfurări reduse;

Scanned with OKEN Scanner

în acest din urmă caz agentul de desulfurare cel mai utilizat este carbidul. Acesta poate asigura grade de desulfurare de 80—89%, ceea ce poate să însemne conținuturi în fonte de 0,005%.
La elaborarea fontelor care se vor noduliza, încărcăturile se pot realiza în una dintre cele trei variante:
— fontă nouă (50—60%) și deșeuri proprii (40—50%);
— fontă nouă (20—30%), deșeuri proprii (40—50%) și fier vechi (20—30%);
— deșeuri proprii (40—50%) și fier vechi (50—60%).
Evident că pe lîngă acestea, uneori, mai sînt necesare și unele feroaliaje, agenți de carburare sau agenți de desulfurare.

Elaborarea în cuptoare electrice cu arc a fontelor ce se vor supune nodulizării. Aceste agregate sînt indicate pentru obținerea fontelor din încărcături alcătuite cu proporții ridicate de așchii (în general, nebrichetate sau nesortate), precum și pentru desfășurarea unor procese metalurgice (carburare, desulfurare). Viteza de topire în astfel de agregate este mult mai mare decît aceea în cuptoarele electrice cu inducție. În cuptoarele cu arc, cu căptușeală acidă, se încarcă în general fontă brută (în jur de 50%) și deșeuri proprii (restul). Dimpotrivă, în cuptoarele cu căptușeală bazică, încărcăturile se pot alcătui chiar în întregime din fier vechi, chiar și nesortat. La acest gen de elaborare, după topire, afinare, urmează carburarea, alierea în scopul realizării compoziției chimice, desulfurarea și supraîncălzirea. Zgura formată în astfel de cuptoare este rezultatul unui amestec de opt părți de var și două părți fluorură de calciu, în proporții de pînă la 2—3% din cantitatea de fontă lichidă. După formarea acestei zgure se practică introducerea unui amestec dezoxidant (trei părți var, o parte fluorură de calciu și o parte praf de mangal), în cantitate aproximativ de jumătate față de prima zgură. Alierea fontei se va face după îndepărtarea întregei zgure de pe baia metalică.

Elaborarea duplex a fontelor ce se vor supune nodulizării. Se pot utiliza soluții diferite de elaborare duplex (ca de exemplu, cubilou + cuptor cu inducție; cubilou + cuptor electric cu arc; cuptor cu inducție cu canal + cuptor cu inducție cu creuzet etc.) pentru a putea valorifica avantajele tehnice și economice și ale fiecărui tip de agregat. Prin aceste tipuri de elaborări se obțin fonte de bună calitate, cu compoziții chimice precise, lipsite de sulf. Astfel, se pot obține curent fonte din încărcături foarte economice, dar cu temperaturi și în debite optime, de asemenea, cu compoziții chimice bine stabilite, lipsite de elemente dounătarea modificării (sulf) etc. De fapt, atît pe plan național, cît și european, elaborarea fontelor în vederea nodulizării se realizează prin procedee duplex.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul în care elaborarea fontelor se realizează în agregate care nu asigură o îndepărtare avansată a sulfului, se aplică metode de desulfurare. Ca agenți de desulfurare se folosesc: carbura de calciu, soda și mai rar varul. Soda este desulfurantul cel mai economic și destul de eficient chiar la temperaturi joase. Se adaugă în proporții de 1%, care în general realizează proporții de 0,03—0,06% S, pornind de la fonte cu 0,01—0,12%. Condiția de bază pentru desulfurare este crearea de condiții pentru o tratare pronunțată, adică pentru evitarea trecerii ei la suprafață. Pentru aceasta, soda trebuie adăugată la fundul oalei și în bucăți compacte sau în brichete (sodă, fontă și grafit) cu greutăți specifice în jur de 3,5 kg/dm³. Carbura de calciu este mult mai eficientă din punctul de vedere al desulfurării (randamente de desulfurare de pînă la 90%).

Metodele de modificare a fontelor în scopul nodulizării. În conformitate cu punctul de vedere al Prof. dr. ing. L. Sofroni [8] metodele de modificare a fontelor se clasifică astfel:

a) Modificarea cu magneziu metalic, introdus:
   — în agregatul de elaborare;
   — în oală, fără presiune sau cu presiune, sub clopot;
   — în oală tambur, sub presiune;
   — în instalații tip cameră;
   — în autoclavă;
   — prin insuflare de pulbere sau așchii de magneziu;
— brichete;
— prealiaje:
   — în agregatul de elaborare;
   — în jet de fontă lichidă;
   — cu clopot în oală;
   — prin barbotare în gaz inert;
   — în oală deschisă;
   — în formă.

b) Modificare cu săruri ale elementelor modificatoare.

c) Modificarea cu calciu.

d) Modificarea cu ceriu.

e) Modificarea cu ytriu.

Datorită randamentelor reduse de asimilare modificările cu magneziu metalic au utilizări tot mai reduse. Pierderile mari de magneziu se datoresc vitezelor de vaporizare mari la temperaturile fontelor lichide. Pentru a realiza grade de asimilare acceptabile este necesară realizarea unor presiuni mari. În acest scop, introducerea magneziului metalic în fonta lichidă se face sub presiune. De aici rezultă aparate complicate și scumpe. În plus, modificarea cu magneziu metalic are cel

Scanned with OKEN Scanner

mai mare inconvenient faptul că reacţia este extrem de violentă, existînd anumite dificultăţi în conducerea şi realizarea acesteia.
Modificarea cu brichete de magneziu (magneziu-fier; magneziu-material refractar etc.) elimină parţial aceste inconveniente.
Utilizarea prealiajelor permite eliminarea principalelor dezavantaje ale magneziului metalic modificator şi anume:
— diminuează esenţial pierderile de magneziu prin evaporare şi de fontă prin barbotarea intensă şi împroşcare pe pereţii oalelor sau în afara ei;
— reducerea apreciabilă a pierderilor de căldură care s-ar datora evaporării magneziului metalic şi în consecinţă scăderea în proporţii mai mici a temperaturilor fontelor tratate în acest mod;
— eliminarea investiţiilor necesare construcţiei dispozitivelor sau instalaţiilor în care se tratează fontele cu magneziu metalic;
— asimilarea avansată a magneziului, deci în final, economie de metal;
— diminuarea efectului luminos;
— condiţii mai bune de lucru şi riscuri de accidentare mult mai puţine.
Deşi au fost încercate mai multe tipuri de prealiaje, utilizîndu-se o serie întreagă de elemente, în prezent au căpătat o largă utilizare doar două categorii:
— prealiaje grele (cu densităţi peste 5 kg/dm³), pe bază de nichel şi cupru (tabelul 4.33);
— prealiaje uşoare (cu densităţi sub 5 kg/dm³), pe bază de siliciu şi calciu (tabelul 4.34).

Tabelul 4.33

COMPOZIŢIILE CHIMICE ALE PREALIAJELOR GRELE DE MAGNEZIU UTILIZATE LA MODIFICAREA FONTELOR

Tipul prealiajului	Compoziţia chimică, %				Densitatea kg/dm³	Temperatura de topire °C
	Mg	Ni	Cu	Alte elemente		
Ni-Mg	5—20	95—80	—	(eventual 1% Ce)	7,5	1050—1130
Ni-Si-Mg	15—18	50—55	—	25—30% Si	6,5	1050—1100
Ni-Si-Ca-Mg	25—32	40	—	30% Si şi 5% Ca	5—6	1050—1100
Ni—Fe-Mg	5—17	10—45	—	50% Fe	6,4—7,5	1040—1100
Ni-Cr-Mg	5—15	65—75	—	20% Cr	7,3—7,5	1080—1120
Cu-Mg	15—50	—	50	—	6—6,75	720—740
Cu-Mi-Fe-Mg	5—20	10—45	30	Restul fier	—	980—1060

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.34

COMPOZIȚIILE CHIMICE ALE UNOR PREALIAJE UȘOARE DE MAGNEZIU PE BAZĂ DE SILICIU ȘI CALCIU

Proveniența	Tipul prealiajului	Compoziția chimică, %						Densitatea g/cm³
		Mg	Si	Ca	Ba	Fe	Alte metale	
R.S. România	S 1	5—8	40—52	1,2	—	Rest	—	—
	S 2	8—12	40—52	1,2	—	Rest	—	—
	S C 1	5—8	40—52	2,5—3,5	—	Rest	—	—
	S C 2	8—12	40—52	2,5—3,5	—	Rest	—	—
	S C B 1	5—8	40—52	1—3	0,7—3	Rest	—	—
	S C B 2	8—12	40—52	1—3	0,7—3	Rest	—	—
Germană (Mettalgesel schaft AG)	V L 63 O	5—6	45—50	1,5—2,5	—	Rest	—	4—5
	V L 63 S	5—6	43—48	1,5—3,0	—	Rest	Mișmetal 2,5—3,5	4—5
	V L 53 O	9—11	45—50	1,8—2,8	—	Rest	—	3,8—4,8
	V L 53 SB	8—10	45—50	1	—	Rest	Mișmetal 2—3	3,8—4,8
	V L 61 O	15—17	46—50	3—4	—	Rest	—	—
	V L 61 S	15—17	46—50	4—5	—	Rest	Mișmetal 6—7	—
	V L 55 O	30—32	55	4,1—4,5	—	Rest	—	2,3—2,6
	V L 55 M H	30—32	55	4,6—5,0	—	Rest	Mișmetal 0,8—1,2	2,3—3,6
S.U.A. (Foote Mineral Company)	Noduly 3 R	2,8—3,3	44—48	0,8—1,3	—	Rest	1,2 Al ; 0,4Ce	—
	Noduly 5R-1	5—6	44—48	0,8—1,3	—	Rest	1,2 Al ; 0,4Ce	—
	Noduly 5R-2	5—6	44—48	0,8—1,3	—	Rest	1,2 Al ; 0,5Ce	—
	Noduly 5R-3	5—6	44—48	0,8—1,3	—	Rest	1,2 Al ; 0,9Ce	—
	Noduly 9 R	8,5—10	44—48	0,8—1,3	—	Rest	1,2 Al ; 0,4Ce	—

Scanned with OKEN Scanner

Datorită costului ridicat al nichelului, uneori acesta se înlocuiește cu Fe, Cr, Cu sau Si, fiind tot mai evidentă tendința de a se produce prealiaje Ni-Fe-Mg sau Cu-Ni-Fe-Mg. Prealiajele cu cupru se utilizează aproape exclusiv la producerea fontelor cu structură perlitică.

Prealiajele ușoare sînt cele mai utilizate, datorită prețului de cost mai redus. Prezența calciului, bariului, ceriului sau mișmetalului se datorește preocupărilor de a asigura o fontă complet grafitizată, fără grafit nenodulizat.

Dintre variantele de modificare cu prealiaje, fie ușoare, fie grele, modificarea în oală deschisă a cunoscut și cunoaște cea mai largă utilizare, atît la noi în țară cît și în străinătate. Prin această metodă se pot utiliza doar prealiajele cu maximum 12% Mg. Pentru a spori gradul de asimilare, de la 25% a fost perfectată tehnologia prin metoda Sandwich (gradul de asimilare a magneziului ajungînd pînă peste 50%). Această metodă de tratare a fontelor cu prealiaje ușoare cu magneziu necesită oale cu buzunar (fig. 4.26). Întreaga cantitate de prealiaj trebuie să fie cuprinsă în buzunarul oalei. Prealiajul se acoperă cu bucăți de tablă din fier vechi (1,5—2% din greutatea fontei lichide). Jetul de fontă nu trebuie condus la început pe direcția buzunarului, iar temperaturile de deversare a fontelor fiind în jur de 1400—1500°C. Rezultate și mai bune s-au obținut prin acoperirea prealiajelor cu carbură de calciu (metoda Trigger—S.U.A.) sau cu nisip peliculizat (metoda I.C.P.T.S.C.—România). Zgura creată deasupra prealiajului protejează reacția cu fonta lichidă pînă ce din exterior (cu bare de oțel) se amestecă conținutul oalei. Amestecarea fontei se realizează de obicei după transportarea oalei de la cuptor la forme. În acest mod se decalează începutul reacției dintre fontă și prealiaj, asigurînd condiții optime de turnare și diminuînd apreciabil riscul demodificării.

Cu privire la modificarea în formă se apreciază atît avantajele cît și dezavantajele. Ca principale avantaje se evidențiază eficacitatea maximă a prealiajelor, microstructurile foarte fine în fonte, posibilitățile de obținere a unor proporții diferite de modificare a pieselor sau chiar a aceleiași piese, precum și condiții mai bune de muncă (cantități mai mici de fum din cauza reacțiilor mai reduse și în formă). Totuși trebuie să se releveze și dezavantajele legate de prezența reacțiilor în formă, deci de introducerea incluziunilor în aceasta. În fig. 4.27 se redă o rețea de turnare a unei piese cu greutate de 154 kg, modificarea avînd loc în camera de reacție.

Stabilirea necesarului de magneziu pentru obținerea fontei nodulare. Cantitatea de prealiaj se stabilește în funcție de necesarul de magneziu pentru modificare. Pentru obținerea formei nodulare a grafitului este necesar un anumit conținut de magneziu rezidual (Mg_{rez}). După date

Scanned with OKEN Scanner

sovietice, conținutul de magneziu rezidual s-ar putea determina cu relația

$$Mg_{rez} = 0{,}008(C + Si) + 0{,}00015\ s,$$

în care C, Si sînt conținuturile acestor elemente, în %;
s — grosimea de perete, în mm.
În cazul în care modificarea se face cu prealiaje se determină mai întîi Mg_{total} (pe baza Mg_{rez}) și apoi cantitatea de prealiaj (Q). Mai simplu,

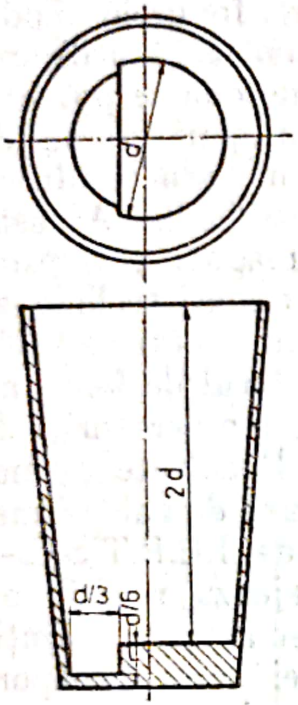
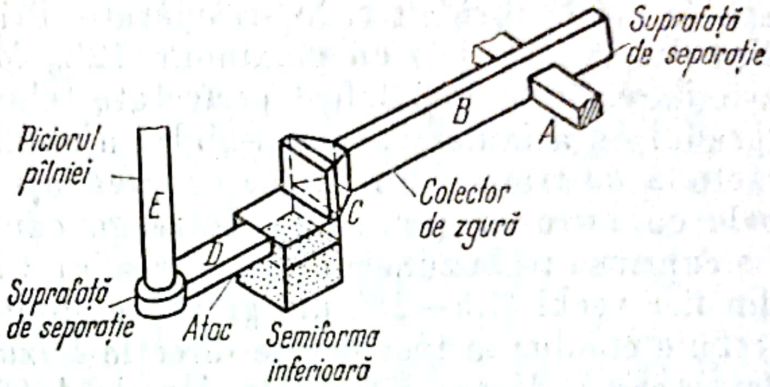


Fig. 4.26. Oală cu buzunar pentru nodulizarea fontei cu prealiaje prin metoda Sandwich.



Aria A = x cm³
" B = x + 10 cm³
" C = x + 12 cm³
" D = x + 30 cm³
" E = x + 30 cm³

Fig. 4.27. Sistem de alimentare pentru modificarea cu prealiaje direct în formă a două piese.

cantitatea se determină cu următoarea relație, stabilită după experiența unor uzine franceze:

$$Q = \frac{0{,}76(S - 0{,}08) + Mg_{rez} + \dfrac{t}{1000}}{\eta \dfrac{Mg_{prc}}{100}} \left(\frac{\theta}{1450}\right)^2 \cdot G,$$

în care:

Q este cantitatea de prealiaj, în kg;
S — conținutul de sulf în fontă înainte de modificare;
Mg_{rez} — procentul de magneziu care rămîne în piesa finită, în %;
t — durata de menținere a fontei în oală, pînă la turnare, în min;
θ — temperatura fontei în momentul nodulizării, în °C;

Scanned with OKEN Scanner

η — randamentul de asimilare a magneziului ($\eta = 0{,}50$ pentru prealiaje grele și $\eta = 0{,}3$ pentru prealiaje ușoare la modificarea după metoda Sandwich);

Mg_{pre} — conținutul de magneziu din prealiaj, în %.

Modificarea cu săruri ale elementelor modificatoare. În cadrul acestor elemente se utilizează săruri ale elementelor modificatoare (clorură de magneziu, clorură de potasiu sau clorură de sodiu), dar împreună cu silico-calciu. Tot o metodă economică și foarte eficientă este aceea pusă la punct în Japonia, în care pe lîngă fluorura de magneziu și silico-calciu se utilizează și pulberi cu elemente rare (lantan, ceriu, ytriu etc.). Aceste metale (La, Ce, Y, Mg și Ca) difuzează rapid în fonta lichidă și asigură o modificare avansată. În plus, contribuie la crearea multor centre de grafitizare și în consecință se obțin fonte cu înalte caracteristici mecanice de tenacitate și de rezistență.

Modificarea cu calciu, ceriu sau ytriu. Deși asemenea tehnologii sînt destul de vechi, acestea continuă să nu aibă prea mare aplicabilitate. Abia în ultimul timp modificările cu ceriu și în general cu pămînturi conținînd elemente rare (în care se găsesc ceriu și lantanide) au căpătat o mai largă aplicare, în U.R.S.S.

Modificarea grafitizantă a fontei cu grafit. Modificarea de nodulizare a fontelor este însoțită de o pronunțată tendință de albire datorită efectului antigrafitizant al elementelor nodulizante. Din acest motiv, aproape în toate tehnologiile de fabricare a fontelor cu grafit nodular se impune o modificare grafitizantă. Aceasta se realizează în următoarele variante:

— modificatorul grafitizant așezat pe fundul oalei de turnare în care are loc descărcarea fontei modificate;

— adăugarea modificatorului grafitizat simultan cu modificatorul nodulizant;

— introducerea modificatorului grafitizant într-o mică cantitate de fontă lichidă nodulizată și apoi adăogarea restului de fontă;

— introducerea modificatorului în jetul de fontă, în cursul transvazării din oală de nodulizare în oala de turnare;

— dizolvarea modificatorului grafitizant într-o oală mică și apoi introducerea în fontă nodulizată;

— introducerea modificatorului grafitizant în fonta nodulizată cu ajutorul unui clopot;

— amestecarea modificatorului grafitizant prin amestecare în oala de nodulizare, după îndepărtarea zgurei (amestecarea manuală sau prin barbotare cu gaz);

— introducerea modificatorului grafitizant prin insuflare cu gaz purtător;

— modificarea grafitizantă a fontei nodulizate chiar în formă.

Scanned with OKEN Scanner

Cei mai întîlniți modificatori grafitizanți sînt ferosiliciul și silicocalciul. În ultimul timp în R. S. România se utilizează modifin MB4 (62—66% Si, 1% Ca, 1,2% Al și 3—5% Ba), Inoculoy 63 (în SUA), Germalloy (R.F.G.) sau Superseed (Anglia), toate prealiaje pe bază de siliciu, dar cu mici adaosuri de calciu, aluminiu, bariu și chiar Zr, Ti sau Mn.

9. ELABORAREA ȘI PRODUCEREA FONTELOR MALEABILE

Fontele maleabile sînt în fond tot fonte modificate, dar cu grafit în cuiburi. Aceste separări de grafit se obțin aproape în exclusivitate prin recoacere grafitizantă. Fontele în stare brută de turnare sînt albe, dar prin tratament termic se obțin separările de grafit. Recoacerea se poate realiza în atmosferă oxidantă sau în atmosferă neutră. Procesele care au loc la grafitizarea de maleabilizare sînt:

— descompunerea cementitei;
— dizolvarea carbonului;
— difuzia carbonului spre germenii de grafit;
— difuzia Fe, Si, Mn, din zonele ocupate de grafit;
— cristalizarea carbonului sub formă de grafit pe germenii existenți.

Recoacerea în mediu neutru (procedeul american) permite fabricarea fontelor maleabile negre (cu structură feritică) sau a fontelor maleabile perlitice. Prin procedeul european se fabrică fonte maleabile albe, cu structură exclusiv perlitică.

Din punctul de vedere al compoziției chimice se evidențiază în mod deosebit conținuturile reduse de carbon și siliciu (2,2—2,8% C și 0,9—1,5% Si), ceea ce arată o diminuare a sumei C + Si = 3,9—4,5% (față de 5—6% la fontele cenușii). Conținutul de fosfor este redus (0,1—0,15%) iar cel de sulf 0,05—0,15%. Conținutul de mangan este redus la fontele feritice (sub 0,6% Mn) și ceva mai ridicat la acelea perlitice (pînă la 1,5% Mn). Compoziția chimică a fontelor maleabile se stabilește pentru a asigura o structură primară a fontelor albe cît mai fină.

Cromul, cuprul și mai ales azotul, chiar în concentrații mici, determină frînarea pronunțată a descompunerii austenitei în ferită și deci prelungirea grafitizării (aceste elemente se admit doar în cazul fontelor perlitice).

Din punctul de vedere al compoziției chimice se mai poate releva și faptul că microalierea (Al, B, Te, Mg) finisează structura are rol de a forma germeni de recoacere.

Întrucît tratamentul termic este o etapă principală în tehnologia de obținere a fontelor maleabile, se consideră necesar a se detalia elementele

Scanned with OKEN Scanner

specifice, atît cele obişnuite, cît şi cele privind tendinţele de perfecţionare.

Transformarea fontelor albe în fonte maleabile se realizează prin recoaceri grafitizante. Recoacerile grafitizante pentru maleabilizare pot fi cu două stadii de grafitizare (în special pentru fontele feritice) sau cu un singur stadiu de grafitizare (pentru fontele perlitice).

Fontele maleabile feritice se obţin prin menţineri de 5—10 h în primul stadiu la 900—950°C; în cel de al doilea stadiu se evită formarea perlitei (în jurul temperaturii de 700°C).

Fontele maleabile perlitice se obţin prin mai multe variante tehnologice. Există următoarele soluţii tehnologice pentru obţinerea fontelor perlitice:

— răciri rapide în intervalul eutectoid, variantă care permite obţinerea de perlită lamelară şi deci proprietăţi mecanice reduse;

— răciri rapide în acelaşi interval, dar urmate de menţineri în intervalul subeutectoid (duratele sînt lungi, de 15—30 *h*), cu grad de dispersie mic;

— normalizare de la 800°C a fontelor urmate de reveniri înalte de la 600—650°C (pentru reuşita maleabilizării este necesară aplicarea unor recoaceri grafitizante aplicate în prealabil normalizării;

— călire de la 800°C a fontelor feritice sau ferito-perlitice urmată tot de reveniri înalte (astfel se obţin cele mai dispersate straturi perlitice — de obicei sorbitice).

Toate aceste cicluri de tratament se caracterizează prin existenţa stadiului de grafitizare în timpul căreia are loc descompunerea cementitei libere.

Tratamentul termic de grafitizare poate fi scurtat prin mai multe procedee. Cel mai eficace se pare că este acela prin care se măreşte numărul de colonii eutectice şi al separărilor de cementită eutectică (prin aceasta se finisează structura primară a fontelor înainte de recoacere). Acestea se obţin fie prin mărirea gradului de supraîncălzire a fontei în stare lichidă (de obicei prin mărirea vitezei de răcire), fie prin modificarea în stare lichidă a fontelor cu aluminiu, bor, telur sau magneziu. Prin mărirea numărului de germeni creşte viteza de disociere a cementitei şi de dizolvare a carbonului în austenită. Toate aceste procese conduc la scurtarea duratelor proceselor de grafitizare în ambele stadii.

Cel de al doilea procedeu îl constituie neutralizarea influenţei elementelor antigrafitizante (cele mai defavorabile influenţe au oxigenul şi azotul). Aceste efecte sînt diminuate prin microalierea fontelor cu aluminiu, bor, bismut sau prin modificare în stare lichidă cu titan, ferosiliciu sau silicocalciu.

Durata de recoacere a fontelor se mai poate reduce prin micşorarea stabilităţii cementitei.

Scanned with OKEN Scanner

În privința fontelor maleabile albe se vor prezenta mai puține detalii tehnologice, tocmai datorită tendințelor mai reduse de utilizare în industria românească. Astfel de fonte au principala caracteristică variația structurii și proprietăților mecanice în funcție de grosimea pieselor. Aceste fonte au conținuturi mai ridicate de carbon (deci se pot elabora chiar în cubilouri), dar structura este în domeniul fontelor albe (conținuturile de siliciu sînt foarte reduse, de ordinul 0,7—1,2%). Celelalte elemente chimice nu influențează sensibil procesul de decarburare și în consecință procesul de maleabilizare.

Pentru realizarea procesului de decarburare se utilizează minereuri de fier sau medii gazoase.

În ultimul timp au cunoscut o mai largă utilizare fontele maleabile cu rezistență ridicată (cu rezistența de rupere la tracțiune de 45—70 daN/mm², și alungirea de 2—10%). Dacă proporția de perlită este 100%, rezultatele sînt și mai mari (rezistența de rupere la tracțiune ajungînd chiar la 60—80 daN/mm², deci comparabile cu oțelurile turnate slab aliate). Dacă din punctul de vedere al conținuturilor de carbon și siliciu aceste fonte nu sînt deosebite de celelalte, conținuturile de mangan, sulf și molibden diferă. În vederea fabricării unor fonte maleabile rezistente, conținuturile de mangan, sulf și fosfor au fost reduse foarte mult (0,037—0,04% Mn, 0,036—0,65% Si și 0,016—0,017% P). Aceleași efecte s-au realizat prin alierea fontelor cu cupru, nichel și molibden. Prin alierea cu 1% Cu s-au putut obține fonte maleabile perlitice cu rezistențe de 65 daN/mm² și alungiri de pînă la 8%. Molibdenul se adaugă nu numai pentru obținerea caracteristicilor mecanice la fonte după recoacerile de maleabilizare, ci și pentru mărirea rezistențelor la cald (proporțiile de aliere cu molibden sînt de ordinul 0,2—0,75%).

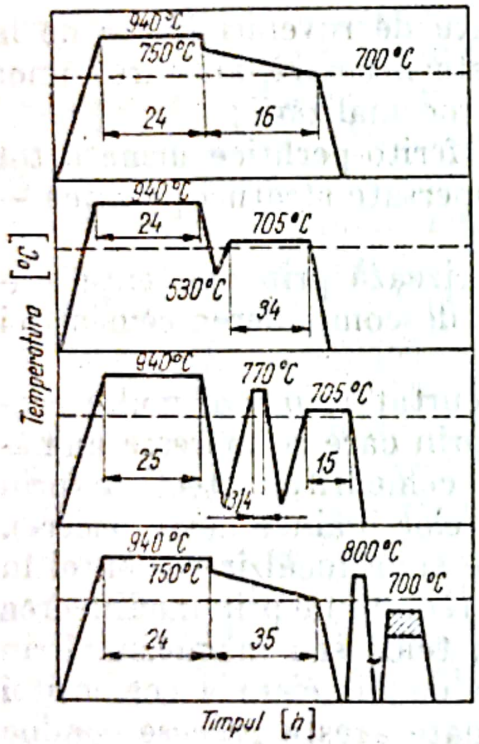


Fig. 4.28. Regimurile de tratament termic pentru obținerea fontelor maleabile.

În fig. 4.28 sînt redate regimurile de tratament pentru maleabilizarea fontelor. Diagrama din fig. 4.28, *a* este aplicată pentru obținerea fontelor maleabile, iar aceea din fig. 4.28, *b* se utilizează pentru fontele cu rezistență mai redusă. Mărirea gradului de finisare și globulizare a perlitei se realizează prin aplicarea regimului de tratament complex din fig. 4.28, *c*. Deci după recoacerea din primul stadiu se aplică o normali-

Scanned with OKEN Scanner

zare sau o călire în ulei și mai apoi recoacerea din stadiul al doilea. Se mai poate folosi și un ciclu (fig. 4.28, *d*) constînd dintr-o recoacere completă, după care se aplică operațiile specifice de normalizare-călire.

10. ELABORAREA FONTELOR ALBE ȘI PESTRIȚE, NEALIATE

Aceste fonte se utilizează pentru obținerea pieselor cu structură complet albă (alice de sablaj, corpuri de măcinare) sau pentru piese cu structură albă numai la suprafață (cilindri de laminor, corpuri de măcinare, roți de vagonet etc.). Obținerea structurilor albe și pestrițe la suprafața pieselor turnate din fontă se realizează prin sporirea vitezelor de răcire. Se obțin astfel structuri din sistemul parțial stabil — parțial nestabil. Durităților acestor tipuri de cruste sînt foarte mari, de la 425—550 *HB*, pînă la 550—700 *HB*, corespunzînd structurilor de cementită cu perlită fină, cementită cu bainită sau cementită cu martensită.

Compozițiile chimice ale acestor fonte se aleg pentru a avea 2,8—3,7% C, dar cu conținuturi foarte reduse de siliciu (0,4—0,7%) și obișnuite de mangan. Pentru a uniformiza și finisa structurile primare și secundare se practică și unele mici adaosuri de molibden și nichel, asemenea fonte transformîndu-se în fonte slab aliate. Pentru mărirea tenacității, aceste fonte se pot microalia în stare lichidă, cu wolfram, niobiu, cobalt și bor, sau se pot modifica cu ceriu (0,2—0,3%).

Elaborarea fontelor albe și pestrițe se realizează numai în cuptoare acide, de toate tipurile (cubilouri, cuptoare electrice cu arc, cuptoare cu inducție, cuptoare cu flacără etc.). Alcătuirea încărcăturii depinde nu numai de posibilitățile de aprovizionare ci și de tipul agregatelor. Astfel, în cubilouri se pot încărca doar cu 25—30% deșeuri proprii, restul fonte brute, fier vechi și feroaliaje, iar în cuptoarele cu flacără, pînă la 60—70% deșeuri proprii și 20—30% fontă brută. În celelalte tipuri de cuptoare, proporțiile elementelor din încărcătură sînt în general între aceste limite.

11. ELABORAREA FONTELOR ALIATE

Se va prezenta elaborarea următoarelor tipuri de fonte:

— fonte aliate cu nichel și crom;
— fonte aliate cu crom;
— fonte aliate cu vanadiu;
— fonte aliate cu mangan;

Scanned with OKEN Scanner

— fonte aliate cu siliciu;
— fonte înalt aliate cu aluminiu;
— fonte înalt aliate cu nichel;
— fonte mediu aliate cu nichel și molibden.

La toate aceste tipuri se vor prezenta mai ales compoziţiile, domeniul de utilizare şi particularităţile tehnologice.

11.1. ELABORAREA FONTELOR ALIATE CU NICHEL ȘI CROM

În această grupă de fonte se vor cuprinde fontele cu 3—5% Ni și 1,5—2,5% Cr. Asemenea fonte au structură albă, avînd masa de bază martensitică și se utilizează pentru rezistenţe la abraziune. Celelalte mai cunoscute asemenea fonte sînt acelea din grupa Ni-Hard (după ASTM—S.U.A.). Aceste fonte conţin 0,3—0,7% Si, 0,6—0,9% Mn; au conţinuturi de la 1,6—2,0% Cr, şi 2,7—3,3% Ni pînă la 3,3—3,6% C (mai există conţinuturi reduse de aliere de cupru, molibden sau bor).

Fonte aliate cu nichel şi crom permit obţinerea de durităţi foarte mari (peste 60 *HRC*) (mult mai mari la turnarea în forme metalice). Asemenea fonte au rezistenţe la uzură (chiar pînă la 350—400°C) deosebit de bune (de 4—5 ori mai mari decît fontele albe nealiate, de două ori cît oţelurile manganoase).

Toate aceste tipuri de fonte se utilizează tratate termic. În general, tratamentul de îmbunătăţire constă din călire în aer, urmată de reveniri joase. Se mai practică frecvent și tratamentul cu 2—3 menţineri la palier.

Fontele aliate cu nichel şi crom se pot elabora în cubilouri (dar cu proporţii însemnate de materiale recirculate, avînd compoziţii aproximativ identice cu fonta lichidă), în cuptoare electrice cu arc şi cu inducţie. Frecvent se elaborează prin procedeul duplex. Se pot elabora în cubilou direct fonte aliate, iar omogenizarea şi supraîncălzirea se realizează în cuptorul cu inducţie. În ultimul timp se aplică tot mai mult procedeul duplex, prin care se elaborează în cubilou fonte albe care se amestecă cu cantităţi precise de fonte cu conţinuturi foarte înalte de crom şi nichel. Corecturile compoziţiilor chimice ale fontelor se realizează cu feroaliaje (inclusiv nichelul) încălzite la roşu (900°C).

Aceste tipuri de fonte se pot turna atît în forme din amestec de formare cît şi în forme metalice. Întrucît formele metalice pot fi legate la generatoare ultrasonice, iar ultrasunetele modifică considerabil structura acestor tipuri de fonte, tendinţa de restrîngere a utilizării formelor nepermanente este logică la obţinerea pieselor din fontă aliată cu nichel şi crom.

Scanned with OKEN Scanner

11.2. ELABORAREA FONTELOR ÎNALT ALIATE CU CROM

Aceste fonte sînt cele mai des utilizate dintre fontele înalt aliate. Compoziţiile chimice ale acestor fonte se stabilesc în funcţie de domeniile lor de utilizare. Se întîlnesc următoarele tipuri:
— fonte rezistente la uzură;
— fonte rezistente la temperaturi înalte;
— fonte rezistente la coroziune.

Fonte rezistente la uzură. Aceste fonte conţin 11 pînă la 30% Cr. Se pot categorisi în două grupe: fonte cu conţinuturi în jur de 15% Cr şi în jur de 25—27% Cr. Primele tipuri au conţinuturi de 11—13% Cr, sau, mai obişnuit, 14—16% Cr, iar conţinuturile de carbon, extrem de variate, de la 2,5—2,8% C, pînă la 3,6—4,3%. Ca elemente de aliere, aproape constant sînt prezente molibdenul (1,5—3% Mo), uneori nichelul şi cuprul.
Cele mai potrivite cuptoare pentru elaborarea fontelor înalt aliate cu crom sînt cuptoarele electrice cu inducţie sau cu arc. Ca materiale de încărcare se folosesc deşeuri curate de oţel, ferocrom cu conţinuturi ridicate sau scăzute de crom, fier vechi, fontă brută cu conţinut mic siliciu, materiale carburigene (de obicei cocs de petrol, sau spărturi de electrod), fermolibden etc., toate însă preîncălzite înainte de introducere în cuptoarele de elaborare. Bune rezultate s-au obţinut în practică, din punctul de vedere al rezistenţelor la uzura abrazivă în cadrul I.C.P.U.P.S Bucureşti, cu fontele de tip Fondurom pentru bile şi blindaje necesare morilor pentru ciment. S-au elaborat pentru bile (cu diametre între 40—100 mm) fonte din tipul cu 15% Cr (adică 2,6—2, % Cr, 0,5—0,7% Mn, 0,5—0,7% Si, 13—15% Cr, 1,5—2,5% Mo, cu diverse proporţii de Ti, V, B) şi pentru blindaje de tipul 27% Cr (cu 2,4—2,6% C şi 25—29% Cr etc.). Aceste fonte au prezentat adîncimi mari de călire, ceea ce a permis ca prin tratamente termice adecvate să se asigure, pe lîngă durităţi foarte mari, de peste 61—62 *HRC*, aproape pe toată raza bilelor sau în grosimea blindajelor, valori foarte înalte ale tenacităţilor (tehnologia a permis obţinerea unor structuri primare deosebit de fine, iar tratamentele termice în trei trepte au conferit îmbinarea optimă a proprietăţilor de duritate şi tenacitate).
Se atrage atenţia că datorită tendinţei de mari obţinere a unor carburi fragile este necesară pe lîngă încadrarea strictă în compoziţia chimică, finisarea granulaţiei (respectiv obţinerea unei structuri primare fine, eventual prin tratare în stare lichidă), dar şi un regim strict de elaborare, de evacuare din cuptor, de turnare şi mai ales de dezbatere din formă.
O latură importantă a tehnologiei de realizare a fontelor înalt aliate cu crom (atît de tipul 15% Cr, cît şi 27% Cr) avînd rezistenţe la uzură

Scanned with OKEN Scanner

apreciabile constituie tratamentul termic. Se recomandă aplicarea unei normalizări şi mai apoi tratamentul de călire-revenire optim. Datorită carburilor complexe, durata şi temperaturile tratamentelor sînt mari ceea ce face din aceste etape condiţii tehnologice principale în livrarea corespunzătoare a pieselor din fonte înalt aliate cu crom rezistente la uzură.

Fonte rezistente la temperaturi înalte. Din cadrul acestor tipuri de fonte fac parte atît fontele fără nichel, cît şi cele cu nichel. Din prima grupă fac parte fontele cu 2—3% C şi 15—25% Cr, respectiv 1—2,5% Cr şi 29—35% Cr, iar din a doua, fontele cele mai refractare cu puţin carbo (1—2%), cu mai mult chiar decît cele rezistente la uzură (1,7—1,8% Si) şi cu 30% Cr şi 10—15% Ni. Considerentele tehnologice privind fontele înalt aliate cu crom rezistente la uzură sînt valabile în totalitate şi în cazul fontelor rezistente la temperaturi înalte.

Fonte rezistente la coroziune. Aceste fonte au compoziţiile chimice cuprinse între limitele: 1,2—2,5% C, 0,5—2,5% Si, 0,3—0,9% Mn, 20—35% Cr şi 0—5% Ni. La aceste tipuri de fonte înalt aliate cu crom se precizează că prezenţa nichelului, deşi utilă din punctul de vedere al caracteristicilor mecanice, este contraindicată din punctul de vedere al rezistenţei la coroziune. Conţinutul de nichel se alege astfel încît să asigure limita minimă a caracteristicilor mecanice, care conferă siguranţa în exploatarea pieselor. Alierea peste aceste limite nu este recomandabilă atît din punctul de vedere economic, dar şi din punctul de vedere al influenţei negative asupra pierderilor în greutate prin coroziune.

Şi la aceste fonte sînt valabile caracteristicile tehnologice (elaborarea, turnarea, tratamente termice) prezentate la fontele înalt aliate cu crom, rezistente la uzură.

11.3. ELABORAREA FONTELOR ALIATE CU VANADIU

Aceste fonte au bune rezistenţe la uzură şi caracteristici mecanice superioare. La aceste fonte se obţin structuri feritice, austenitice şi martensitice. Din aceste motiv fontele aliate cu vanadiu au compoziţii foarte diferite. Pentru obţinerea durităţilor mari (62—64 *HRC*) se elaborează fonte cu 1,5—4,8% C şi 2—15% V. Pentru obţinerea rezistenţelor la şoc ridicate se elaborează fonte cu 1,5—4,8% C, maximum 7% Si 5—17% Mn, maximum 7% Cr, maximum 8% Ni şi 2—15% V. La piese din astfel de fonte se obţin durităţi mici (30—32 *HRC*), dar rezistenţa la şoc deosebit de mare.

În Japonia s-a brevetat o fontă cu vanadiu, comparabilă cu oţelurile austenitice manganoase din punctul de vedere al plasticităţii şi rezistenţei la uzură prin ecruisare, cu 2,38% C, 12,77% Mn şi 6,82% V.

Scanned with OKEN Scanner

Fontele aliate cu vanadiu se recomandă a se elabora în cuptoare electrice de preferinţă cu inducţie. Atenţie deosebită se va acorda modului de pregătire a încărcăturii, introducerii acesteia în baia metalică (din punctul de vedere al impurităţilor) şi regimului de elaborare-turnare (fără prea înalte supraîncălziri).

11.4. ELABORAREA FONTELOR ALIATE CU MANGAN

Fontele aliate cu mangan sînt foarte rezistente la uzură şi au proprietăţi magnetice speciale. Ele conţin 3—4,25% C, 1,3—3,5% Si şi 3,5—5% Mn, iar cele mai multe, 7,5—15% Mn.

În funcţie de scopul urmărit, fontele înalt aliate cu mangan conţin şi molibden, crom, nichel, cupru şi aluminiu. Pentru fontele rezistente la uzură se doresc structuri preponderent martensitice cu carburi (şi cu ceva grafit), iar pentru acelea cu proprietăţi magnetice speciale se stabilesc structuri austenitice (cu grafit).

Fontele cu mangan se pot elabora în orice fel de cuptoare, dar pentru a nu avea pierderi de feromangan se recomandă căptuşeli bazice. Ca elemente ale încărcăturii pentru elaborarea fontelor aliate cu mangan se utilizează fontele brute cu conţinut ridicat de carbon şi feromangan, tot cu carbon ridicat. Rezultate deosebit de bune din punctul de vedere al caracteristicilor mecanice, al siguranţei obţinerii pieselor cu structuri omogene şi fără defecte se obţin prin modificarea în stare lichidă cu 0,4—0,8% SiCa sau 0,5—0,9% FeSi 75. Pentru obţinerea unei grafitizări mai energice se practică modificarea cu 0,4—0,8% Al.

O atenţie deosebită se va acorda temperaturii de turnare care va trebui să fie înaltă (1320—1350°C şi chiar mai mult, 1400°C). Piesele simple se vor dezbate la temperaturi înalte de 950—1000°C şi apoi răcite în aer sau apă (se evită o călire ulterioară, care ar necesita o nouă reîncălzire).

11.5. ELABORAREA FONTELOR MEDIU ŞI ÎNALT ALIATE CU SILICIU

În funcţie de gradul de aliere, fontele aliate cu siliciu se clasifică în:
— mediu aliate (cu 4—7% Si) de tip Silal;
— înalt aliate (12—18% Si) de tip ferosilid.

Fontele mediu aliate au apreciabilă refractaritate, iar fontele înalt aliate sînt rezistente la coroziune şi în mod deosebit la acizi.

Fontele de tip silal au conţinuturile de carbon cuprinse între 2,4—3,6% (fiind invers proporţionale cu conţinutul de siliciu, limita superioară a carbonului corespunzînd conţinuturilor de 2—4% Si, iar limita infe-

Scanned with OKEN Scanner

rioară conținutului maxim de 7% Si). Pentru mărirea refractarității, în compoziția fontelor mediu aliate cu siliciu se adaugă și mici conținuturi de crom, mangan și aluminiu.

Fontele de tip ferosilid au conținuturi extrem de reduse de carbon (acesta fiind înlocuit în soluția solidă de către siliciu) recomandîndu-se 0,5% C (pentru valori mai mari ale conținutului siliciului se obțin fonte și pentru 0,3% C, datorită scoaterii și mai avansate a separărilor de grafit). Datorită creării unei fragilități speciale, conținutul de siliciu se limitează la 14,25% (nu sînt prescripții speciale privind conținuturile de mangan, fosfor și sulf).

În privința elaborării acestor fonte există diferențe, mai ales datorită conținuturilor complet diferite de carbon. Dacă fontele mediu aliate cu siliciu, avînd carbonul mai ridicat, se pot elabora aproape în toate tipurile de cuptoare, fontele înalt aliate cu siliciu nu se pot produce în cubilouri. Totuși, chiar și fontele mediu aliate este bine să se elaboreze în cuptoare electrice, de preferință cu inducție, avînd căptușeală acidă. La elaborarea fontelor mediu aliate, încărcătura este alcătuită din deșeuri de oțel, fontă brută cu 12—14% Si, fontă brută rafinată din punctul de vedere al carbonului și ferosiliciu (eventual cu ceva titan în compoziție). La elaborarea în cubilou, se alcătuiește doar din primele două componente și se corectează conținuturile cu ferosiliciu (sînt arderi foarte mari, chiar de 70% de siliciu). Din acest motiv, la astfel de fonte este indicat (chiar dacă sînt pierderi mari) să se adauge ferosiliciu, chiar și în oalele de turnare.

Elaborarea fontelor înalt aliate cu siliciu se realizează cu încărcături alcătuite din deșeuri de oțel, ferosiliciu, fonte hematitice, fonte rafinate, fonte recirculate. Avînd în vedere influența deosebită pe care o are hidrogenul asupra formării unei porozități în piese, trebuie să se dea o mare atenție alegerii componenților încărcăturilor. Este necesar să se elimine toate sursele posibile de hidrogen, iar materialele să se retopească și să se toarne în calupuri, după care se introduc în băile metalice.

Piesele turnate din fonte mediu aliate cu siliciu sînt fragile la rece și de aceea se vor dezbate cu grijă, tăindu-se cu viteze mici (nu oxiacetilenic sau cu arc electric) rețeaua de turnare.

Fontele mediu aliate cu siliciu pot avea graficul fie lamelar, fie nodular. Avînd în vedere că ele au fluidități mai reduse, secțiunile rețelelor de turnare a pieselor se majorează cu 10—15%.

Se precizează că avînd în vedere tendința mărită de absorbție a hidrogenului în astfel de fonte și cu precădere în acelea înalt aliate, temperaturile de turnare se vor alege foarte joase (1220—1250° C) și numai piese de grosimi mai mici de 10 mm se vor admite 1250—1280°C. La temperaturi de turnare mai înalte de 1300°C este pericol de apariție și a altor defecte.

Scanned with OKEN Scanner

11.6. ELABORAREA FONTELOR ÎNALT ALIATE CU ALUMINIU

Aceste fonte prezintă rezistenţe mari la temperaturi înalte (rezistenţă la oxidare şi stabilitate dimensională), rezistenţă la coroziune şi rezistenţă electrică ridicată.

Există următoarele patru grupe de fonte aliate:

— cu 4—7% Al (avînd 1,8—3% C şi siliciu foarte diferit, adică 1%, 3% sau chiar 4% Si) şi avînd graficul sub formă lamelară;

— cu 13—19% Al (avînd 2—2,8%C, dar avînd fie 0,5—3% Si, fie chiar 6—7% Si);

— cu 20—28% Al (avînd 1—2% C şi 1,3—3% Si);

— cu 28—32% Al (avînd 1—1,5% C şi sub 0,5% Si).

Primele fonte au structuri cu grafit lamelar. Fontele cu 13—19% Al sînt practic albe şi neprelucrabile. Celelalte, adică fontele cu 20—28% Al sînt cenuşii şi au rezistenţă suficient de ridicată. Fontele cu 28—32% Al au rezistenţă relativ mare, în ciuda faptului că în structură conţin ferită şi carburi.

Pentru elaborare se utilizează cuptoare electrice sau procedeele duplex. Pînă la 8% Al, fonta aliată se poate elabora prin turnarea fontei peste aluminiu (pentru a evita înglobarea oxizilor de aluminiu, baia metalică se acoperă cu criolit sau cu hexacloretan). La peste 8% Al, elaborarea fontelor se realizează exclusiv în cuptoare electrice cu inducţie, cu căptuşeală bazică. Aluminiul se adaugă în mai multe reprize, după ce s-a obţinut fonta lichidă din recirculate, fonte brute, fonte vechi şi oţeluri vechi (după ce baia are deja 1450—1520°C).

Fontele înalt aliate cu siliciu sînt înclinate spre formarea crăpăturilor la cald şi la rece.

11.7. ELABORAREA FONTELOR ÎNALT ALIATE CU NICHEL

Fontele cu nichel, de tip Ni-Rezist, conţin între 12—36% Ni şi au structuri austenitice. Fontele austenitice cu nichel au mari rezistenţe la coroziune în diferite medii, precum şi proprietăţi speciale electrice şi magnetice. Aceste fonte conţin siliciu, mangan, crom, cupru şi molibden.

Elaborarea fontelor austenitice se fabrică cu ajutorul unor aliaje speciale care conţin de obicei 56—58% Ni, 24—26% Cu, 8—9% Cr, 0,5% Si, 0,5% C şi restul Fe. Elaborarea fontelor se realizează în cuptoarele electrice cu inducţie, cu căptuşeală acidă. Încărcăturile pot fi alcătuite din recirculate, ferocrom, oţel vechi, apoi feromangan, ferosiliciu, spărturi de electrozi şi nichel metalic.

Scanned with OKEN Scanner

Înainte de turnare, fontele înalt aliate cu nichel și cu grafit lamelar se vor modifica cu ferosiliciu sau cu silicocalciu (0,2%). În cazul modificării fontelor austenitice cu grafit nodular se vor utiliza prealiaje Ni-Cr și se obțin structuri perlitice sau feritice. Aceste fonte se vor postmodifica cu 0,5% Si (ca FeSi 75) sau cu 0,5% CaSi și 1,5% Al. Turnarea se va realiza cu supraîncălziri de maximum 80°C.

Debavurarea și curățirea nu au nimic specific.

11.8. ELABORAREA FONTELOR MEDIU ALIATE CU NICHEL ȘI MOLIBDEN

Aceste fonte au 1—4,5% Ni și 0,8—1% Mo, avînd în structură grafit și constituenți de călire (de obicei bainită, aciculară). Aceste fonte se utilizează larg, datorită rezistențelor mari la uzură, la obținerea cilindrilor de laminare pentru oțeluri. Din astfel de fonte se toarnă piese de uzură pentru mori etc.

Elaborarea fontelor aciculare cu nichel și molibden cu grafit lamelar nu ridică probleme. Feromolibdenul se adaugă atît în baia metalică înaintea evacuării, sau mai frecvent prin introducerea în oala de turnare (asimilarea molibdenului este la nivelul de 95%). Asemenea fonte se vor modifica în oală cu 0,3—0,5% FeSi 75. La fontele aliate cu molibden și nichel se poate obține și graficul sub formă nodulară. După modificare, la asemenea fonte se practică postmodificarea cu SiCa sau FeSi 75.

12. ELABORAREA OȚELURILOR PENTRU TURNAREA PIESELOR. PARTICULARITĂȚILE TURNĂRII PIESELOR DIN OȚEL

12.1. GENERALITĂȚI

Oțelul asigură pieselor siguranță mare în exploatare, micșorare a greutății acestora și unele calități superioare, înlocuind uneori fonta sau aliajele neferoase la turnarea pieselor. Piesele turnate din oțel prezintă unele avantaje și față de cele forjate sau matrițate (mai aproape de dimensiunile și de forma pieselor finite, executarea pieselor complicate și de dimensiuni mari, preț de cost scăzut etc.). Aceste particularități ale producției pieselor din oțel au determinat o dezvoltare a ei, în special la piesele de dimensiuni mari și formă complicată, cu toate greutățile tehnologice de care este însoțită.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru obținerea unor piese de bună calitate turnate din oțel este necesar a asigura:

— forme și miezuri cu refractarități, compresibilități, permeabilități și rezistențe mecanice superioare;

— maselote, împreună cu alte măsuri, care să permită condiții bune de turnare, solidificare și răcire;

— metal lichid dezoxidat, fierbinte, lipsit de adaosuri dăunătoare și compoziție chimică prevăzută;

— turnare corectă din punctul de vedere tehnologic;

— tratamente termice corespunzătoare.

Întrucît la elaborarea oțelurilor pentru turnătorie sînt necesare mai multe cunoștințe decît pentru elaborarea oricărui alt aliaj, această operație se execută de către oțelari. În cadrul acestui paragraf nu se vor trata în amănunt problemele legate de obținerea oțelurilor, ci numai se vor prezenta cunoștințele pe care trebuie să le aibă în vedere cei care execută formele și miezurile, toarnă și dezbat piesele din oțel.

12.2. ALEGEREA CUPTOARELOR PENTRU ELABORAREA OȚELULUI

În turnătoriile din R. S. România pentru elaborarea oțelului se folosesc cuptoare electrice și, mult mai rar, cuptoare Martin.

Cuptoarele electrice din turnătorii, de obicei trifazate cu arc electric, au capacități pînă la 10 t; de aceea, sînt folosite mai ales la turnarea pieselor mici și mijlocii. În aceste agregate de topire se pot elabora oțeluri de bună calitate (compoziția chimică precisă, oțel curat, dezoxidat și cald), cu încărcătură ieftină (mult fier în încărcătură). Elaborarea este simplă și se conduce cu multă ușurință.

Singurul dezavantaj, legat de prețul de cost, este în curs de soluționare. Pentru elaborarea oțelurilor speciale și de calitate se întrebuințează cuptoarele cu inducție, procesul fiind rapid și în limite precise. Aceste cuptoare asigură oțeluri mai pure și mult mai calde.

Cuptoarele Martin se întrebuințează tot mai puțin la elaborarea oțelurilor. Funcționează cel puțin 24 ore, calitatea oțelului obținut este inferioară celei în cuptoarele electrice, dar superioară față de calitatea oțelurilor de convertizor; în cuptorul Martin se obțin oțeluri degazate și dezoxidate.

Oțeluri ieftine și de calitate se pot obține prin procedeele triplex; în cubilouri se obține fontă lichidă, într-un convertizor se obține oțelul, care se introduce pentru realizarea compoziției chimice într-un cuptor electric cu arc și mai ales cu inducție.

Scanned with OKEN Scanner

Oţelurile din convertizoare (de obicei convertizoare L.D.) se vor folosi cu multă precauţie în turnătorie, deoarece sînt oxidate, dezoxidarea în limitele impuse realizîndu-se extrem de greu, iar de cele mai multe ori incomplet.

12.3. OBŢINEREA OŢELURILOR ÎN CUPTOARE CU INDUCŢIE PENTRU TURNAREA PIESELOR

La producerea pieselor din oţel se folosesc tot mai mult aliaje cu compoziţii chimice în limite strînse şi cu omogenitate avansată. Acestea se cer asociate tot mai mult cu puritǎţi avansate din punctul de vedere al incluziunilor nemetalice, elementelor dăunătoare şi al gazelor.

Asemenea oţeluri, cunoscute sub denumirea generală de oţeluri de calitate, se obţin mai ales în cuptoare electrice cu inducţie. Cuptoarele cu inducţie sînt superioare, deoarece:

— realizează mişcări ale băii metalice, care contribuie la omogenizarea compoziţiei chimice şi a temperaturilor;

— încălzeşte omogen baia, fără supraîncălziri locale care să atragă evaporarea unor elemente chimice componente din baie, mai uşor volatile;

— poate asigura elaborarea sub atmosfere impuse de procesul tehnologic putîndu-se realiza atmosfere neutre sau chiar reducătoare.

Din păcate, cuptoarele electrice de inducţie nu sînt prea raţionale din punctul de vedere al randamentelor termice pentru elaborarea oţelurilor pornind de la încărcături solide (din acest punct de vedere este mai raţional cuptorul electric cu arc). Deoarece căptuşelile bazice nu sînt rezistente la elaborarea în cuptoare cu inducţie, în astfel de agregate nu se pot elabora oţeluri care necesită reacţii de desulfurare sau de defosforare.

Elaborarea oţelurilor de calitate, pure şi omogene, se obţin în general, în asemenea agregate. Totuşi, în practică, elaborarea oţelurilor în astfel de agregate înseamnă de obicei o retopire pornind de la încărcături apropiate de compoziţia finală. Astfel de elaborări nu valorifică nici pe departe avantajele cuptorului de inducţie, mai ales în ceea ce priveşte contactul dintre baia metalică şi zgură, realizat prin agitarea băii metalice. În cuptoarele electrice cu inducţie se poate asigura succesiunea logică a operaţiilor de elaborare şi anume: fierberea, dezoxidarea, prin precipitare, alierea, degazarea etc.

La retopirea unor încărcături de deşeuri înalt aliate se recomandă cuptorul cu inducţie, de fapt singurul agregat de elaborare raţional, operaţiile fiind degazarea (eventual prin insuflarea de argon sau alt

Scanned with OKEN Scanner

gaz inert), dezoxidarea, corectarea compoziției chimice prin aliere suplimentară. Un asemenea proces de elaborare asigură oțelului lichid o mare puritate (mai ales din punctul de vedere al conținutului de gaze dizolvate).

12.4. BAZELE OBȚINERII UNOR PIESE DE CALITATE SUPERIOARĂ TURNATE DIN OȚEL

Pentru a putea obține piese de bună calitate turnate din oțel ca și din fontă, trebuie cunoscute proprietățile de turnare ale oțelului și influența diferiților factori asupra lor. De asemenea, de mare importanță la turnarea pieselor din oțel este alegerea compoziției chimice, introducerea metalului în formă și așezarea maselotelor.

Alegerea compoziției chimice. Compoziția chimică a oțelurilor nu influențează numai proprietățile mecanice, fizice și chimice, ci și proprietățile de turnare și, legat de acestea din urmă, obținerea pieselor de calitate.

Fluiditatea metalelor și aliajelor joacă un rol important în obținerea pieselor de bună calitate.

Oțelurile cu conținuturi relativ ridicate de carbon au fluidități mai mari la aceeași temperatură de turnare. De aceea, uneori, cînd nu se poate realiza majorarea fluidității prin alte metode, se poate apela pentru aceasta la schimbarea conținutului de carbon. La turnarea unor piese cu pereți subțiri, se folosesc adesea oțeluri cu conținuturi mari de carbon, dacă acest lucru este permis și de celelalte condiții de calitate. În ceea ce privește influența sulfului și fosforului asupra fluidității, trebuie menționat că primul o reduce, iar cel de al doilea o mărește.

Datorită măririi fragilității, influența pozitivă a fosforului nu se poate admite ca o soluție practică de mărirea fluidității.

Și în cazul oțelurilor compoziția chimică influențează contracția și, legat de aceasta, retasurile și crăpăturile în piesele turnate. La oțelurile cu conținut ridicat de carbon contracția este mai mare, deci și retasura. Este important de știut faptul că la piesele cu treceri bruște de la părțile groase la părțile subțiri și cu mare frînare termică a contracției este necesar să se folosească oțel cu conținut relativ scăzut de carbon.

Compoziția chimică influențează formarea sulfurilor, a incluziunilor nemetalice și segregațiilor. Este necesar, de exemplu, să se asigure în oțeluri legarea gazelor în combinații chimice care să reziste la temperaturile înalte de turnare a lor.

Alierea oțelului pentru piese turnate se face în scopul de a îmbunătăți diferite proprietăți ale pieselor. Astfel, prin aliere se pot obține:

— piese cu proprietăți mecanice, fizice sau chimice speciale, asigurînd

Scanned with OKEN Scanner

în același timp condițiile de obținere a unei piese turnate bune;
— piese turnate fără defecte (compacte, fără sufluri, fără crăpături etc.).
La alegerea elementelor de aliere este necesar a da atenție deosebită și laturii economice și în special înlocuirii elementelor de aliere scumpe (nichelul, molibdenul, wolframul etc.).

Introducerea oțelului în forme. Turnarea incorectă a pieselor duce, în majoritatea cazurilor, la obținerea unei cantități mari de rebuturi, chiar dacă metalul lichid este de cea mai bună calitate. La oțel, această constatare este de mare importanță, deoarece sînt numeroase cazurile cînd la elaborare se greșește foarte puțin, fapt care determină totuși un oțel de calitate inferioară, iar printr-o corectă turnare, așezarea maselotelor și introducerea metalului în formă, se pot obține adesea piese bune. Pe baza statisticilor s-a stabilit că 30% din rebuturi, la turnarea pieselor din oțel se datoresc unei introduceri necorespunzătoare a metalului. Alegerea poziției rețelei de turnare este o operație foarte greoaie și complicată, deoarece se face de obicei empiric. La piesele din oțel această operație este mult mai importantă decît determinarea dimensiunilor ei. La alegerea poziției rețelei de turnare este necesar să se aibă în vedere condițiile de turnare a oțelului în oală. Dacă piesele mici și chiar mijlocii se pot turna cu oțel acid cu ajutorul oalelor cu cioc, piesele mari și în general oțelul bazic, trebuie turnate cu ajutorul oalelor cu dop.
Amplasarea rețelelor de turnare la piesele din oțel trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
— umplere liniștită, fără turbulență, fără absorbire de gaze și fără distrugerea formelor sau miezurilor;
— reținerea incluziunilor înaintea pătrunderii în piesă;
— intrarea și ridicarea metalului lichid încet și fără salturi;
— solidificarea simultană sau dirijată a piesei cu răcire ulterioară cît mai uniformă și cu o contracție liberă.
Pentru asigurarea unei solidificări simultane, alimentatoarele se vor plasa ori în părțile subțiri ale pieselor, ori în diferite părți, în așa fel încît umplerea ei să fie simetrică și uniformă.
Alimentatoarele prevăzute în părțile subțiri asigură umplerea chiar și cu oțel mai rece. În afară de aceasta, oțelul, trecînd spre pereții mai groși, preîncălzește părțile formelor în care se obțin pereți subțiri, iar condițiile de solidificare se apropie. Solidificarea fiind uniformă, se reduce posibilitatea formării crăpăturilor și la piesele cu diferențe mici ale grosimii de perete și dimensiunile retasurilor.
Cea mai rațională metodă de introducere a oțelului lichid în formă este cea care asigură solidificarea dirijată. În piesele cu formă complicată introducerea concentrată a metalului poate provoca nu numai tensiuni, ci chiar crăpături. De aceea, se recomandă introducerea metalului prin mai multe alimentatoare.

Scanned with OKEN Scanner

Cînd alimentarea prin pereţii subţiri nu dă rezultate satisfăcătoare, solidificarea corectă se asigură prin montarea maselotelor în locurile masive, introducîndu-se metal lichid în maselotă.
Introducerea metalului lichid în maselotă se aplică cu scopul de a se asigura metalul cît mai fierbinte în ea, realizînd în acest fel o mişcare a dimensiunilor maselotelor. Pentru alimentările prin sifon se recomandă executarea unui canal suplimentar între piciorul pîlniei de turnare şi maselotă.

12.5. MĂSURI DE COMBATERE A SUFLURILOR LA PIESELE TURNATE DIN OŢEL

Principalele măsuri de combatere a suflurilor gazoase datorită metalului sînt:
— folosirea unor materiale în încărcătură nu prea oxidate;
— introducerea materialelor de adaos în stare uscată;
— realizarea unei topiri rapide;
— fierberea intensă şi de lungă durată;
— dezoxidarea cît mai completă;
— evitarea menţinerii îndelungate a oţelului în cuptor după calmare;
— menţinerea metalului în oala de turnare pentru înlăturarea gazelor şi a incluziunilor metalice;
— asigurarea unei fluidităţi corespunzătoare oţelului lichid pentru a se putea ridica gazele sau incluziunile nemetalice;
— barbotarea cu argon sau azot.
Oţelul are tendinţa pronunţată pentru formarea suflurilor; de aceea trebuie acordată o atenţie deosebită în această direcţie şi la executarea formelor şi miezurilor. Astfel, trebuie:
— să se limiteze componentele amestecurilor care dezvoltă multe gaze (leşia sulfitică este liantul cel mai puţin producător de gaze);
— să se asigure permeabilităţi mari la forme şi la miezuri;
— să se reducă umiditatea amestecurilor de formare;
— să se creeze condiţii de eliminare completă a gazelor şi aerului din cavitatea formelor, printr-o justă alegere a reţelei de turnare.

12.6. MĂSURI DE PREVENIRE A APARIŢIEI INCLUZIUNILOR NEMETALICE ÎN PIESELE TURNATE DIN OŢEL

Măsurile de combatere a formării incluziunilor nemetalice şi a pătrunderii lor în piesele turnate sînt:
— îngroşarea şi curăţirea zgurei, întrebuinţarea unor materiale refractare foarte rezistente pentru dopurile şi orificiile oalelor de turnare;

Scanned with OKEN Scanner

— asigurarea unor rezervoare intermediare cu metal (pîlnii mari de turnare, bazin de turnare etc.), în care să iasă la suprafață;
— controlul riguros al executării formelor;
— folosirea pentru rețeaua de turnare a unor amestecuri rezistente la temperaturile de turnare ale oțelului și la spălarea din partea metalului; dacă la piesele din oțel mijlocii spre mari se poate asigura rezistențele formelor în dreptul rețelelor de turnare prin uscare, la cele mari și foarte mari este obligatorie confecționarea lor din cărămizi speciale de șamotă;
— asigurarea alimentării corespunzătoare și executarea corectă a rețelei de turnare; la piesele mari din oțel se va urmări o rețea de turnare mai „închisă" pentru a se asigura captarea incluziunilor nemetalice;
— eliminarea impurităților din formă;
— turnarea corectă;
— verificarea stabilității miezurilor în formele asamblate pentru a se preîntîmpina solicitarea exagerată, ceea ce ar duce, pe lîngă altele, la deteriorarea lor în timpul turnării.

12.7. PARTICULARITĂȚILE OBȚINERII PIESELOR TURNATE DIN OȚEL CARBON

Oțelurile cu conținuturi scăzute de carbon au proprietăți de turnare nesatisfăcătoare. Temperatura înaltă de topire implică la elaborare și mai ales la turnarea pieselor, luarea unor măsuri speciale. Astfel, pentru calmare completă este obligatorie introducerea de aluminiu în metal, la turnarea pieselor. Dacă oțelul are și conținuturi scăzute de mangan, atunci se vor lua măsuri deosebite la formare, deoarece are tendința pronunțată pentru apariția crăpăturilor la cald; de asemenea, imediat după solidificare, piesele se vor dezbate. Fluiditățile mici ale acestor oțeluri determină apariția de microretasuri, sufluri și incluziuni de gaze, fapt ce determină aplicarea mai multor maselote și mărirea vitezei de turnare (supradimensionînd rețeaua de turnare).

Proprietățile de turnare ale oțelului cu conținut ridicat de carbon sînt mult superioare. Avînd temperaturi de turnare relativ scăzute, pericolul de a se forma aderențe este mult mai mic. Fragilitatea mare a acestor oțeluri determină tensiuni mari la turnare și, legat de aceasta, posibilitatea apariției de crăpături la rece. Din această cauză, piesele, contrar celor din oțel cu conținut scăzut de carbon, se vor dezbate la temperaturi mult mai joase. Conductibilitatea termică redusă a acestor oțeluri impune ca retezarea maselotelor să se facă pe mașini-unelte, după o recoacere de înmuiere și nu cu flacără oxiacetilenică, cum se obișnuiește la celalalte oțeluri.

Scanned with OKEN Scanner

12.8. PARTICULARITĂȚI DE ELABORARE ȘI TURNARE A OȚELURILOR SILICIOASE

Deși creșterea conținutului de siliciu în oțeluri este însoțită de mărirea fluidității practice, totuși, datorită incluziunilor mici de bioxid de siliciu, oțelurile silicioase sînt mai puțin fluide decît oțelurile carbon. Tendința pronunțată de a se forma sufluri și incluziuni nemetalice în piesele turnate din oțelurile silicioase se datorește prezenței incluziunilor mici de bioxid de siliciu în metalul lichid.

Oțelurile silicioase dizolvă multe gaze în timpul elaborării. De aceea, fondanții se vor întrebuința numai în stare uscată și se va evita menținerea îndelungată a metalului în cuptor. De asemenea, este interzisă supraîncălzirea băii metalice în timpul topirii. Pentru elaborarea oțelurilor silicioase sînt de preferat cuptoarele cu căptușeală acidă.

Se preferă turnarea oțelului silicios în forme uscate și chiar încălzite. Nu se admite montarea în forme a răcitoarelor interioare.

Turnarea oțelurilor silicioase nu impune prescripții deosebite față de oțelurile carbon.

Oțelurile cu conținuturi mari de siliciu prezintă o structură grosolană; creșterea temperaturii de turnare determină o mărire a grăunților. Deoarece prin nici un tratament termic nu se poate ameliora structura grosolană este însoțită de caracteristici mecanice și chimice scăzute, se va respecta cu strictețe temperatura de turnare. Temperatura de evacuare din cuptor este cuprinsă între 1 320 și 1 340°, iar cea de turnare, între 1 220 și 1 280°C.

Contracția oțelurilor silicioase depinde mult de conținutul de siliciu. Astfel, oțelurile slab aliate cu siliciu și cu conținutul scăzut de carbon au o contracție mai mare decît oțelurile carbon obișnuite.

De aceea, maselotele vor avea dimensiuni mai mari în comparație cu cele folosite la oțelurile carbon.

Din contră, la oțelurile bogat aliate cu siliciu, contracția este mai mică. La turnarea unor piese cu astfel de oțeluri se va avea o grijă deosebită la îndepărtarea maselotelor (nu se pot îndepărta nici cu flacără oxiacetilenică, nici cu mașini-unelte). Se recomandă aplicarea de maselote cu strangulare.

Cu toate că oțelurile bogat aliate cu siliciu au contracție mai mică în comparație cu oțelurile carbon, dificultatea principală la turnarea pieselor constă în numeroasele măsuri care trebuie luate pentru combaterea tensiunilor și, legat de apariția lor, a crăpăturilor în piese. Piesele turnate din oțeluri silicioase trebuie să aibă grosimea pereților cît mai uniformă

Scanned with OKEN Scanner

și nu mai mare decît 50—60 mm. Imediat după solidificare se vor dezbate și introduce într-un cuptor preîncălzit, unde se vor răci încet. Piesele din oțeluri silicioase se vor transporta și curăța cu multă atenție, deoarece șocuri cît de mici pot provoca crăpături la rece.

12.9. PARTICULARITĂȚILE DE ELABORARE ȘI TURNARE A OȚELURILOR MANGANOASE

Și la aceste oțeluri, prezența de oxid (de data aceasta a oxidului de mangan) în metalul lichid, micșorează întrucîtva fluiditatea și, ceea ce este și mai neplăcut, determină apariția de aderențe. Din aceste motive, oțelurile Hadfield se toarnă cu viteze mari, iar în amestecurile de formare se va introduce magnezit sau minereu de fier.

Alimentarea formelor cu oțel manganos trebuie să se facă prin mai multe puncte, în mod uniform. Pentru înlăturarea retasurilor trebuie amplasate mici maselote în fața fiecărui alimentator.

La elaborarea oțelurilor maganoase se vor lua măsuri pentru a completa dezoxidarea și îndepărtarea incluziunilor nemetalice. Cele mai indicate cuptoare pentru elaborare sînt cuptoarele electrice cu arc, cu căptușeală bazică. Cînd se elaborează în cuptoare Martin, trebuie să se ia măsuri speciale pentru dezoxidare.

Deoarece la oțelurile manganoase structura și caracteristicile mecanice depind foarte mult de temperatura de turnare, se va avea grijă să nu se depășească temperatura prescrisă, iar dacă este posibil, să se toarne cît mai rece.

Contracția oțelurilor Hadfield este de 2,8—3%. Datorită fluidității mari, oțelurile manganoase nu au la aceste valori ale contracției retasuri mari, ceea ce înseamnă că maselotele nu vor fi mai mari decît la oțelurile carbon obișnuite. Se vor prefera și la aceste oțeluri maselotele strangulate. Retezarea maselotelor se execută după călirea pieselor turnate.

Din cauza contracției mari a oțelurilor manganoase piesele sînt predispuse lta formare de crăpături la cald. O metodă de combatere a crăpăturilor este turnarea lor în forme crude. La piesele mari executate în forme uscate se vor lua măsuri speciale pentru asigurarea unei compresibilități și flexibilități deosebite ale miezurilor și formelor.

12.10. PARTICULARITĂȚILE DE ELABORARE ȘI TURNARE A OȚELURILOR CU NICHEL

La executarea pieselor din oțel cu nichel trebuie luate măsuri speciale pentru combaterea tendinței de formare a crăpăturilor la cald.

Retasurile sînt mai mari decît la piesele din oțel carbon obișnuit, deoarece oțelurile cu nichel se toarnă cu supraîncălziri mai înalte. De aceea, la

Scanned with OKEN Scanner

turnarea acestor oțeluri vor trebui amplasate maselote mai mari. Maselotele pieselor din oțeluri bogat aliate cu nichel se îndepărtează ușor; de aceea nu se impun măsuri suplimentare.
Din punctul de vedere al fluidității, oțelurile cu nichel diferă foarte mult. Cele slab aliate au fluidități reduse, ceea ce impune temperatură de turnare înaltă. Din contră, cele bogat aliate avînd fluidități mai mari se pot turna cu supraîncălziri mai joase.

12.11. PARTICULARITĂȚILE DE ELABORARE ȘI TURNARE A OȚELURILOR CU CROM

Ceea ce caracterizează oțelurile cu crom este fluiditatea lor relativ scăzută, fapt datorat tot unor pelicule de oxizi.
Pentru ameliorarea fluidității oțelurilor cu crom este necesar a se turna la temperaturi înalte, deci cu supraîncălziri înalte.
Cînd nu se poate ameliora sensibil fluiditatea sau cînd nu sînt permise, din alte cauze, supraîncălziri înalte, singura metodă de mărire a fluidității oțelurilor cu crom este majorarea conținutului de carbon.
Pentru a preîntîmpina apariția suflurilor și a incluziunilor nemetalice, defecte frecvente la piesele din oțeluri cu crom, este necesar să se prevadă colectoare de zgură. Umplerea formei se poate realiza prin sifon sau mult mai bine prin mai multe alimentatoare.
Necesitatea de a înălța temperatura de turnare implică o mărire a retasurilor, a tendinței de formare a crăpăturilor, și a granulației. Din acest motiv, la aceleași dimensiuni ale maselotelor, piesele din oțel carbon sînt sănătoase, iar cele din oțeluri cu crom prezintă defecte. La turnarea pieselor din oțeluri cu crom nu se vor folosi răcitoare, deoarece provoacă pete de coroziune. De asemenea, cuiele de turnătorie se vor introduce adînc în formă, altfel ele produc de asemenea defecte. O particularitate a turnării pieselor din oțel cu crom este aceea că nu se admite presărarea pe maselote de termite sau luncherite.
Se recomandă ca piesele din oțel cu crom, care sînt foarte sensibile la apariția crăpăturilor la rece, să se dezbată după cîteva zile sau chiar să se introducă într-un cuptor preîncălzit, pentru răcire lentă.

12.12. PARTICULARITĂȚILE DE ELABORARE ȘI TURNARE A OȚELURILOR CU CROM ȘI NICHEL

Toate proprietățile de turnare ale oțelurilor cu crom și nichel reprezintă o combinație între proprietățile oțelurilor cu crom și ale celor cu nichel. Evident că aceste proprietăți depind de compoziția chimică și anume, cu cît oțelurile conțin mai mult crom și mai puțin nichel, cu atît se apropie de oțelurile cu crom, și invers, de oțelurile cu nichel.

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie menţionat, că la conţinuturi mari de nichel şi mici de crom se obţin cele mai ridicate fluidităţi. Carbonul modifică fluiditatea şi mai mult decît nichelul; deci, pentru piese complicate şi cu pereţi subţiri se recomandă oţeluri cu crom şi nichel, cu conţinut mare de carbon. Dacă oţelul se foloseşte la turnarea pieselor rezistente la acizi, atunci conţinutul de carbon nu se poate mări, singura soluţie fiind supraîncălzirea.

De fapt, majoritatea oţelurilor cu crom şi nichel trebuie turnate cu supraîncălziri mari. Turnarea de la aceste temperaturi şi cu viteze mari permite obţinerea unor piese fără defecte superficiale şi ceea ce este şi mai important, uşurează condiţiile de eliminare a incluziunilor nemetalice şi a gazelor.

Temperaturile de turnare ale oţelurilor slab aliate cu nichel şi crom sînt cuprinse între 1 390 şi 1 400°C, iar ale celor bogat aliate, între 1 410 şi 1 430°C.

La aceste oţeluri se pot folosi răcitoare, ele asigurînd pe lîngă micşorarea dimensiunilor maselotelor şi o structură fină, deci proprietăţi mecanice superioare. Scăderea temperaturii de turnare la oţelurile slab aliate cu crom şi nichel nu reprezintă o cale pentru îmbunătăţirea proprietăţilor mecanice, deoarece piesele prezintă multă zgură şi gaze.

Din cauza acestei tendinţe de formare a incluziunilor nemetalice şi a suflurilor, oţelurile cu crom şi nichel se vor elabora cu multă grijă, se vor turna cu viteze mari, iar alimentarea pieselor trebuie să fie directă. Formele trebuie să aibă permeabilitate mare şi să fie asamblate cu multă grijă.

Şi la aceste oţeluri maselotele au dimensiuni mai mari în comparaţie cu cele pentru oţelurile carbon obişnuite.

La oţelurile slab aliate cu crom şi nichel se formează cu uşurinţă crăpături la cald şi la rece. Din acest motiv, piesele se vor răci încet, iar curăţirea nu se va executa decît după recoacere de detensionare şi înmuiere. La acele bogat aliate apar mai rar crăpături la rece; de aceea, nu trebuie să existe o preocupare specială privind durata de dezbatere sau răcire a pieselor în cuptoare.

12.13. PARTICULARITĂŢILE DE ELABORARE ŞI TURNARE A OŢELURILOR CU MOLIBDEN, CU VANADIU, CU WOLFRAM, CU TITAN ŞI CU CUPRU

Piesele turnate din oţeluri cu molibden, cu vanadiu, cu wolfram, cu titan şi cu cupru au o serie de proprietăţi de turnare comune; de aceea, ele se vor prezenta în comparaţie. Oţelurile care conţin mai multe asemenea elemente au proprietăţi de obicei intermediare.

Scanned with OKEN Scanner

Oţelurile slab aliate cu molibden nu se deosebesc prea mult la elaborare şi turnare de oţelurile carbon obişnuite. Ceea ce este însă particular la aceste oţeluri este fluiditatea relativ scăzută; de aceea, reţelele de turnare trebuie alese ceva mai mari. Pentru mărirea compactităţii pieselor se admit şi maselote mai mari. În privinţa apariţiei crăpăturilor nu există nici o deosebire faţă de oţelurile carbon.

Oţelurile cu vanadiu au aceleaşi particularităţi ca şi oţelurile cu molibden.

Oţelurile cu wolfram sînt folosite mai ales la confecţionarea sculelor, turnarea putîndu-se executa atît în forme de amestec cît şi în forme metalice, în ultimul timp întrebuinţîndu-se mai ales turnarea în forme realizate cu modele uşor fuzibile. Retasurile rezultate în piese sînt mult mai mari decît la oţelurile carbon; de aceea, se va acorda o atenţie deosebită şi dimensionării maselotelor. Rezultate bune dau reţelele de turnare prin sifon. Totuşi, pentru piesele simple şi cu înălţimi mici, se admite şi turnarea directă. Una dintre particularităţile turnării oţelurilor cu wolfram este necesitatea îndesării uniforme şi puternice a formelor (cel puţin 90 unităţi după aparatul Ditert). Această condiţie este impusă de greutatea specifică mare a oţelului. Temperaturile de turnare sînt cuprinse între 1 380 şi 1 450°C, depinzînd de configuraţia pieselor. Răcirea pînă la 300—400°C trebuie să fie lentă.

Oţelurile cu titan se folosesc destul de rar; ele nu se deosebesc în privinţa turnării de oţelurile carbon obişnuite.

Oţelurile cu cupru sînt puţin răspîndite, deşi au proprietăţi fizice, chimice şi de turnare deosebite. Aceste oţeluri au fluidităţi foarte mari, ceea ce permite turnarea de la temperaturi nu prea înalte (1 480—1 510°C). Piesele au suprafeţe netede şi nu prezintă aderenţe. Contracţia oţelului cu cupru nu se deosebeşte prea mult de aceea a oţelurilor carbon. Dificultăţile pe care le prezintă oţelurile cu cupru sînt legate de formarea crăpăturilor la cald şi de deformarea pieselor. Din acest motiv, la oţelurile cu mai mult de 1% Cu se admit conţinuturi mari de mangan şi siliciu, iar răcirile trebuie să fie lente. Pentru combaterea deformărilor, modelele se vor executa cu curbura inversă.

13. ELABORAREA ALIAJELOR NEFEROASE PENTRU TURNAREA PIESELOR

Alcătuirea încărcăturii joacă un rol important la elaborarea aliajelor neferoase. Există mai multe variante de alcătuire a încărcăturii aliajelor neferoase. Această operaţie depinde atît de posibilităţile de aprovizionare cu materialele de încărcătură, dar şi de tipul, calitatea şi condiţiile de lucru ale piesei. Totodată mare rol are şi agregatul de elaborare, precum şi capacitatea de reacţie a metalului cu oxigenul.

Scanned with OKEN Scanner

13.1. ALEGEREA, CALCULUL ŞI PREGĂTIREA ÎNCĂRCĂTURII

Variantele de alcătuire a încărcăturii aliajelor neferoase sînt:
— încărcătura formată din metale, prealiaje şi deşeuri (proprii sau colectate);
— încărcătura formată din metale şi deşeuri (proprii sau colectate);
— încărcătura formată din metale şi prealiaje;
— încărcătura formată numai din metale;
— încărcătura formată numai din deşeuri.

În practică, cea mai frecventă variantă de alcătuire a încărcăturii este prima. Introducerea deşeurilor proprii sau colectate este determinată de preţul lor de cost mult mai scăzut faţă de materialele primare. La recepţionarea deşeurilor colectate se va avea grijă să se sorteze pe grupe, după compoziţia chimică. Dacă nu este posibil, ele se vor topi şi se vor turna în blocuri, din care se vor lua probe pentru analiză.

Dacă la turnarea lingourilor se folosesc mai ales metale primare, la turnarea pieselor se folosesc mai mult deşeuri.

Varietatea mare a aliajelor care se elaborează, precum şi numărul mare de cuptoare, complică întrucîtva calculul încărcăturii. Ca puncte de plecare pentru acest scop servesc tot compoziţie chimice ale materialelor din încărcătură, compoziţiile chimice ale aliajelor elaborate şi pierderile prin ardere. Calculul încărcăturii se execută tot pentru 100 kg. În tabelul 4.35 se prezintă pierderile prin ardere ale cîtorva metale, la elaborarea principalelor grupuri de aliaje, în diferite condiţii.

Încărcăturile aliajelor neferoase se calculează mai ales după metoda algebrică. Pentru exemplificare se va prezenta calculul încărcăturii unei alame, alcătuită numai din deşeuri (caz întîlnit mai des la elaborarea cantităţilor mici).

Tabelul 4.35

PIERDERILE PRIN ARDERE LA ELABORAREA METALELOR NEFEROASE, ÎN %

Tipul aliajului	Al	Cu	Zn	Si	Mg	Mn	Sn
Cu bază de aluminiu	1,0—5,0	0,5—1,5	1,0—3,0	1—10	2—4	0,5—2	—
Cu bază de cupru	2—3,0	1,0—1,5	2,0—5,0	4,0—8,0	—	2,0—3,0	1,5
Cu bază de magneziu	2—3,0	—	2,0	1—10	3,0—5,0	10,0	—

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 1. Care sînt cantităţile de deşeuri de alamă din încărcătura pentru elaborarea alamei cu 65—78% Cu şi 30—35% Zn? Se folosesc două categorii de deşeuri, una cu 82% Cu şi 18% Zn, iar cealaltă cu 60% Cu şi 40% Zn. Pierderile prin ardere ale zincului se vor considera 3%. Se admite compoziţia chimică medie 67,5% Cu şi 32,5% Zn. Ţinînd cont de pierderile prin ardere, în încărcătură trebuie să se găsească

$$\frac{32{,}5 \cdot 100}{97} = 33{,}5 \text{ kg Zn.}$$

Se notează cu A cantitatea de deşeuri din prima categorie. Rstul pînă la 100 kg, adică $(100 - A)$ sînt deşeuri din a doua categorie.

$$A \cdot \frac{18}{100} = \frac{18A}{100} \text{ kg Zn,}$$

iar cea de a doua,

$$(100 - A) \cdot \frac{40}{100} = \frac{40(100 - A)}{100} \text{ kg Zn.}$$

Înseamnă că

$$\frac{18A}{100} + \frac{40(100 - A)}{100} = 33{,}5.$$

Din rezolvarea ecuaţiei rezultă că încărcătura trebuie să se compună din: 30,9 kg deşeuri de alamă cu 82% Cu şi 18% Zn şi 69,1 kg deşeuri de alamă cu 60% Cu şi 40% Zn.

Exemplul 2. În practică apar cazuri cînd la elaborarea trebuie utilizat deşeuri proprii, deşeuri colectate, alături de prealiaje şi metale primare. Pentru a înţelege calculul încărcăturii unui aliaj mai complex, se consideră alama cu compoziţia: 54,2% Cu; 40% Zn; 4% Mn; 1% Fe; 0,2% Al; 0,1% Si; 0,5% Ni.

Trebuie specificat că proporţiile de Al, Si şi Ni nu sînt indicate în STAS, ele adăugîndu-se pentru îmbunătăţirea caracteristicilor mecanice şi proprietăţilor de turnare.

Pentru alcătuirea încărcăturii se dispune de următoarele materiale:

— cupru electrolitic;
— prealiaj Cu-Mn (30% Mn şi 70% Cu);
— prealiaj Cu-Fe (10% Fe şi 90% Cu);
— prealiaj Cu-Ni (20% Ni şi 80% Cu);
— ferosiliciu (90% Si şi 10% Fe);
— aluminiu metalic;
— deşeuri de alamă (Cu = 58%; Mn = 2%; Fe = 1%; Zn = 39%), în cantitate de 20% din greutatea încărcăturii.

Scanned with OKEN Scanner

Cantitatea de *mangan* (4 kg) necesară în 100 kg alamă se asigură astfel:

— din 20 kg deșeuri, $20 \cdot \frac{2}{100} = 0{,}40$ kg Mn

— restul e 3,6 kg Mn necesare se asigură din prealiaj Cu-Mn, respectiv $\frac{3{,}6}{30} \cdot 100 = 12$ kg.

Cantitatea de *fier*:

— din deșeuri, $20 \cdot \frac{1}{100} = 0{,}20$ kg;

— din prealiaj, $\frac{0{,}8}{10} \cdot 100 = 8$ kg.

Cantitatea de nichel din prealiaj, $\frac{0{,}5}{20} 100 = 2{,}5$kg.

Cantitatea de aluminiu metalic, 0,2 kg.
Cantitatea de siliciu, 0,14 kg.
Cantitatea de cupru necesar în alamă 54,2 kg:

— 12 kg prealiaj Cu-Mn conțin $12 \cdot \frac{70}{100} = 8{,}4$ kg Cu;

— 8 kg Cu-Fe conțin $8 \cdot \frac{90}{100} = 7{,}2$ kg Cu;

— 2,5 kg Cu-Ni conțin $2{,}5 \cdot \frac{80}{100} = 2{,}0$ kg Cu

— 20 kg deșeuri conțin $20 \cdot \frac{58}{100} = 11{,}6$ Cu

Total = 29,4 kg

Cupru electrolitic = 54,2 — 29,4 = 24,8 kg
În timpul elaborării au loc pierderi prin ardere; de aceea, este necesară adăugarea suplimentară a elementelor principale de aliere, în cazul de față Cu (conform cu pierderile indicate în tabelul 4.35).

Pierderile de cupru prin ardere sînt: $\frac{1{,}0}{100} 54{,}2 = 0{,}54$ kg Cu.

Cuprul electrolitic necesar total este 24,4 + 0,54 = 24,94 kg.
Zincul necesar, 40 kg, adus de:

— 20 kg deșeuri, care conțin $20 \cdot \frac{39}{100} = 7{,}8$ kg Zn;

— zinc metalic = 40 — 7,8 = 32,2 kg.

Scanned with OKEN Scanner

Datorită pierderilor prin oxidare sînt necesare

$$\frac{5}{100}40 = 2 \text{ kg Zn.}$$

Necesarul de zinc este $32{,}2 + 2 = 34{,}2$ kg.

Exemplul 3. Exemplul de față arată calculul încărcăturii pentru elaborarea bronzului cu staniu, cu următoarea compoziție: Cu = 82%; Sn = 3%; Zn = 11% și Pb = 4%.
Pentru alcătuirea încărcăturii se dispune de următoarele materiale:
— cupru electrolitic;
— staniu metalic;
— zinc metalic;
— plumb metalic;
— deșeuri de bronz cu staniu cu compoziția: 85% Cu; 6% Sn; 4% Pb și 5% Zn.
Cantitatea de cupru necesară în 100 kg bronz se asigură astfel:

— din 30 kg deșeuri, $30 \cdot \frac{85}{100} = 25{,}5$ kg Cu;

— rest de cupru electrolitic necesar, $82 - 25{,}5 = 56{,}5$ kg.

Pierderile de cupru prin ardere, $\frac{1}{100}82 = 0{,}82$ kg, adăugat suplimentar.

Total necesar cupru $= 56{,}5 + 0{,}82 = 57{,}32$ kg.
Cantitatea de staniu necesară:

— 30 kg deșeuri conțin $30 \cdot \frac{6}{100} = 1{,}8$ kg Sn;

— rest de staniu metalic necesar $= 6 - 1{,}8 = 4{,}2$ kg.
Cantitatea de plumb necesară:

— 30 kg deșeuri conțin $30 \cdot \frac{4}{100} = 1{,}2$ kg Pb;

— rest de plumb metalic necesar $= 4 - 1{,}2 = 2{,}8$ kg Pb.
Cantitatea de zinc necesară:

— 30 kg deșeuri conțin $30 \cdot \frac{5}{100} = 1{,}5$ kg Zn

— rest de zinc metalic necesar, $11 - 1{,}5 = 9{,}5$ kg.

Pierderi prin ardere de zinc care trebuie adăugat suplimentar: $\frac{5}{100}$ $11 = 0{,}55$ kg.
Total necesar zinc: $11 + 0{,}55 = 11{,}55$ kg.

Scanned with OKEN Scanner

Înainte de a le introduce în hala cuptoarelor, deşeurile mari trebuie tăiate şi curăţate; cele mici se brichetează pentru a se încărca mai uşor şi pentru a reduce pierderile prin ardere. Aşchiile impurificate cu ulei sau apă se vor curăţa şi usca înainte de brichetare.
În tabelul 4.36 se dau cîteva exemple de încărcături folosite la elaborarea principalelor categorii de aliaje neferoase.

Tabelul 4.36

EXEMPLE DE ÎNCĂRCĂTURI PENTRU ELABORAREA ALIAJELOR NEFEROASE

Aliaje	Compoziţia încărcăturii, %			Prealiaje
	Metale	Deşeuri proprii	Deşeuri colectate	
Cu baza de aluminiu	25—80	35—20	20—0	Rezultate din calcul
Cu baza de cupru	20—80	25—10	25—10	
Cu baza de nichel	65—80	20—10	15—10	
Cu baza de zinc	60—80	30—20	10—0	
Cu baza de magneziu	20—75	70—25	10—0	

13.2. ELABORAREA PREALIAJELOR

Prealiajele se elaborează mai ales în cuptoare electrice şi anume în cuptoare electrice cu inducţie (fig. 4.29).

Elaborarea prealiajelor de cupru. Principalele prealiaje de cupru sînt: cupru-mangan, cupru-mangan-aluminiu, cupru-fier, cupru-siliciu, cupru-antimoniu şi cupru-fosfor.
Pentru elaborarea prealiajelor cupru-mangan, în cupru topit şi mult supraîncălzit (peste 1 150°C) se introduc, treptat, bucăţi mici de mangan; baia metalică va fi presărată cu cărbune. Pentru obţinerea prealiajului cupru-mangan-aluminiu, în baia metalică, bine amestecată, se introduc, tot treptat, bucăţi de aluminiu. Pentru rafinare se foloseşte clorura de zinc.
Prealiajele cupru-fier se obţin în mod asemănător cu prealiajele cupru-mangan, cu singura deosebire că în locul bucăţilor mici de mangan trebuie să se adauge aşchii de oţel moale.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru obținerea prealiajelor cupru-siliciu și cupru—antimoniu, în cupru topit și supraîncălzit se introduc porții de siliciu și respectiv, de antimoniu.

Toate prealiajele menționate se toarnă în mici lingotiere.

Prealiajele cupru-fosfor (cupru fosforos), fiind folosite la dezoxidarea cuprului, se elaborează în cantități mai mari. Așchii mărunte de cupru

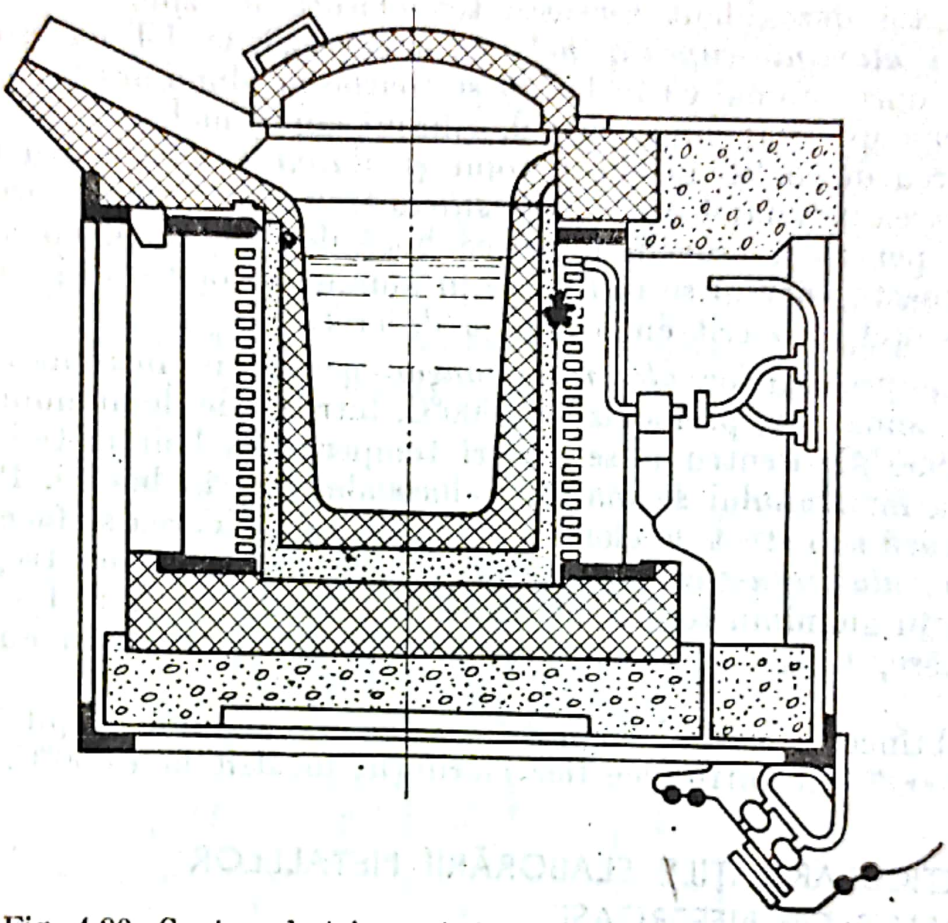


Fig. 4.29. Cuptor electric cu inducție fără miez folosit pentru elaborarea prealiajelor neferoase.

tehnic, împreună cu pulbere de fosfor, se introduc într-un creuzet din material refractar, care se închide etanș. Creuzetul astfel pregătit se introduce într-un cuptor și se menține la 350°C, timp de 4—5 h. Din masa astfel obținută, la o presă, se execută bare.

Elaborarea prealiajelor de aluminiu. Cele mai întîlnite prealiaje de aluminiu sînt: aluminiu-cupru, aluminiu-nichel, aluminiu-nichel-cupru, aluminiu-siliciu, aluminiu-mangan, aluminiu-magneziu și aluminiu-fier.

Pentru elaborarea prealiajelor *aluminiu-cupru* sînt necesare două cuptoare. Într-un cuptor se topește cupru sub strat de cărbune, în celălalt,

Scanned with OKEN Scanner

o parte din aluminiu (60—70%). Peste aluminiul topit, se toarnă cupru, introducîndu-se treptat și restul de aluminiu. După dezoxidare cu clorură de zinc, prealiajul se toarnă în lingotiere de 20—30 kg.

Prealiajele *aluminiu-nichel* se elaborează în creuzete de grafit. Peste aluminiu, la 1 000°C (circa 3/4 din greutate) se introduc treptat bucăți de tablă de nichel. După dizolvarea nichelului, se adaugă restul de aluminiu. Ca dezoxidant servește tot clorura de zinc.

Prealiajele *aluminiu-cupru-nichel* se elaborează la fel ca prealiajele aluminiu-cupru, numai că în loc să se toarne în aluminiul topit, cupru, se va turna un aliaj cupru-nichel. Aliajul cupru-nichel se obține prin introducerea de nichel în cupru topit și dezoxidant cu cupru fosforos.

La elaborarea prealiajelor *aluminiu-siliciu* trebuie să existe o preocupare deosebită pentru a preveni învelirea bucăților de siliciu cu aluminiu. Pentru aceasta, siliciul se introduce în aluminiul topit cu ajutorul unui clopot de oțel, acoperit cu o vopsea de cretă.

Elaborarea prealiajelor *aluminiu-mangan* constă în introducerea manganului măcinat fin, preîncălzit la 800°C, într-o baie de aluminiu supraîncălzit (900°)C. Pentru a se coborî temperatura băii metalice, după dizolvarea manganului se mai introduce aluminiu în bucăți. Prealiajul se elaborează sub strat de clorură de bariu. Dezoxidarea se face cu zinc.

Prealiajele *aluminiu-magneziu* se obțin prin introducerea treptată de magneziu în aluminiu topit, sub strat de fondanți speciali. La turnarea în lingotiere, vîna de metal se va proteja contra oxidării cu pulbere de sulf.

Pentru obținerea prealiajelor *aluminiu-fier*, în aluminiu topit și supraîncălzit (900°C) se introduce fier mărunțit, încălzit la 1 000°C.

13.3. PARTICULARITĂȚILE ELABORĂRII METALELOR ȘI ALIAJELOR NEFEROASE

Numărul mare de metale neferoase și varietatea aliajelor care se pot obține complică și practica elaborării lor. Aliajele neferoase se elaborează prin mai multe metode. Cea mai întîlnită metodă de elaborare constă în topirea directă a metalelor (inclusiv a deșeurilor). Astfel se elaborează alamele, bronzurile, aliajele cu bază de aluminiu și de magneziu etc. Altă metodă, mai ales pentru aliajele care se topesc greu, constă în presarea metalelor sub formă de pulberi și aplicarea unui tratament termic. Electroliza sărurilor, obținerea directă și substituția metalului de bază sînt alte metode de elaborare a aliajelor neferoase.

În momentul de față, interes practic prezintă mai ales prima metodă. În cele ce urmează se vor prezenta numai astfel de elaborări (topirea directă a metalelor).

Scanned with OKEN Scanner

Ca observaţii generale privind elaborarea aliajelor neferoase prin topirea directă, se menţionează următoarele:
— încărcarea se va începe numai după încălzirea cuptoarelor;
— topirea trebuie începută cu elementele uşor fuzibile (care se topesc uşor), în care să se introducă cele greu fuzibile (care se topesc greu); numai dacă din motive bine determinate nu se poate aplica aceasta, se va schimba ordinea de topire;
— nu se va încărca întreaga cantitate de material în cuptor;
— cînd în încărcătură predomină deşeuri mici, ordinea de încărcare este: deşeuri şi blocuri; cînd predomină blocurile, ordinea este inversă;
— elementele care se oxidează uşor se vor adăuga cu puţin timp înainte de turnare;
— pentru prevenirea impurificării aliajelor se va căuta ca în cuptoare să se elaboreze aliaje de acelaşi tip.
În tabelul 4.37 se redau cele mai întîlnite prealiaje neferoase în turnătoriile noastre. La utilizarea acestor prealiaje se ţine seama şi de tipul cuptorului, dar mai ales de tipul aliajului. Elementele de aliere principale

Tabelul 4.37

PREALIAJE NEFEROASE UTILIZATE ÎN TURNĂTORII

Tipul	Compoziţia chimică, %							Temperatura de topire °C
	Al	Cu	Ni	Si	Mn	Fe	Alte elemente	
1	2	3	4	5	6	9	8	9
Aluminiu-cupru	50	50	—	—	—	—	—	580
	67	33	—	—	—	—	—	448
	40	60	—	—	—	—	—	648
Aluminiu-nichel	80	—	20	—	—	—	—	780
Aluminiu-cupru-nichel	50	40	10	—	—	—	—	680
Aluminiu-siliciu	85	—	—	15	—	—	—	640
	75	—	—	25	—	—	—	750
	50	—	—	50	—	—	—	1090
Aluminiu-mangan	90	—	—	—	10	—	—	780
	80	—	—	—	20	—	—	920
Aluminiu-cupru-mangan	50	40	—	—	10	—	—	650
Aluminiu-fier	90	—	—	—	—	10	—	830
	80	—	—	—	—	20	—	1020

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.37 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aluminiu-magneziu	90	—	—	—	—	—	10%Mg	600
Cupru-siliciu	— —	84 75	— —	16 25	— —	— —	— —	800 1000
Cupru-fier		90—95	—	—	—	5—10	—	1450
Cupru-mangan	—	70—73	—	—	27—30	—	—	860
Cupru-stibiu	—	50	—	—	—	—	Sb 50	680
Cupru-fosfor	—	90—93	—	—	—	—	Pb.7—10	900—1020

sau secundare dar diferite ca temperaturi de topire de metalul de bază se adaugă sub formă de prealiaj. Cantitatea de prealiaj este impusă mai ales de elementul secundar conținut, cantitate care trebuie să se introducă în aliaj.

13.4. ELABORAREA ALIAJELOR CU BAZĂ DE CUPRU

Aliajele pe bază de cupru (alame și bronzuri) sînt cele mai răspîndite aliaje neferoase utilizate în turnătorii. Ele pot fi elaborate atît în cuptoare cu creuzet (încălzite cu flacără), cît și, mai ales, în cuptoare electrice (cu creuzet). Datorită capacităților mici ale creuzetelor și prețului de cost ridicat, elaborarea bronzurilor și alamelor în cuptoare cu creuzet este tot mai puțin practicată.

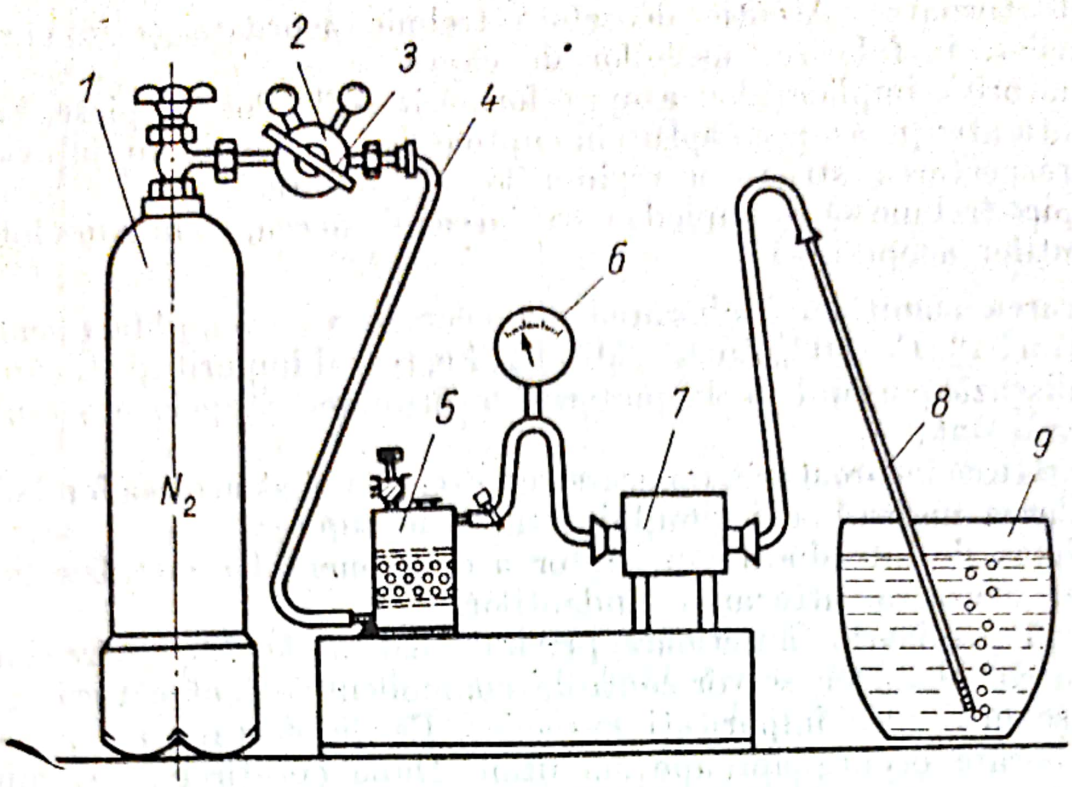
Aspecte privind încărcătura. O deosebită atenție trebuie acordată calității deșeurilor de cupru. Cuprul electrolitic trebuie să fie neted, fără depuneri de bobițe mari, spongioase (prezența acestora dovedește existența hidrogenului generator de sufluri în piesele turnate). Încărcătura metalică nu trebuie să aibă depuneri de petrol sau sulfați (sulfații se recunosc după formă de praf de culoare albastră sau albă). Prezența petrolului sau a sulfaților este total neindicată, mai ales cînd acestea se introduc în baia metalică lichidă. Metalele cu astfel de impurități produc gaze la introducere în baia metalică, gaze care se dizolvă. Cuprul catodic dens este tenace; dacă însă se rupe ușor, rezultă că în acesta se găsesc cantități de bismut, antimoniu și arsen, care micșorează caracteristicile mecanice și sporește absorbția de gaze.
În general, deșeurile de cupru trebuie curățate (prin sablare cu alice), uscate (apa și uleiurile constituie și ele surse generatoare de gaze în

Scanned with OKEN Scanner

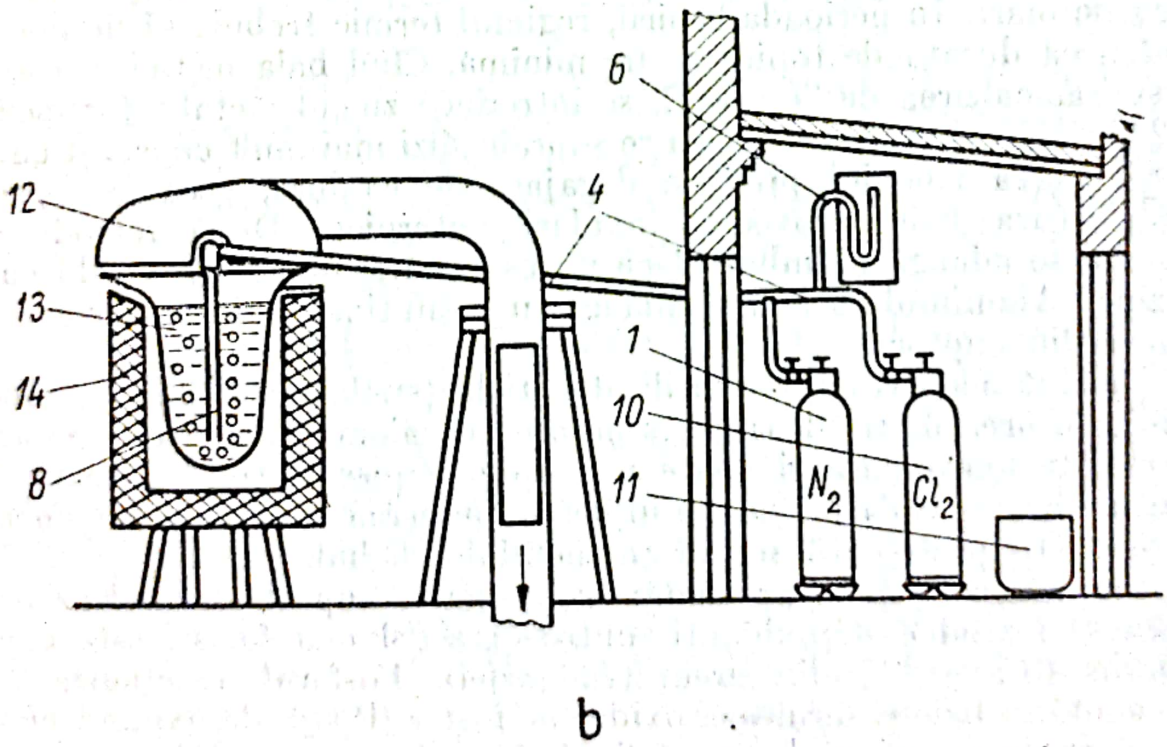
aliajele turnate). Atenție deosebită trebuie acordată și la curățirea deșeurilor, la folosirea așchiilor de cupru.
Tot datorită implicațiilor asupra formării suflurilor în piese, trebuie acordată atenție asupra căptușelii cuptoarelor, a jgheabului de evacuare prin respectarea strictă a regimurilor de uscare.
La topire trebuie să se împiedice oxidarea; de aceea, se impune folosirea fondanților acoperitori.

Elaborarea alamelor. Elaborarea alamelor se va exemplifica pentru de alamă cu 54% Cu, 40% Zn, 4% Mn, 1% Fe, restul impurități. Încărcătura se realizează pornind de la materialele primare. Etapele procesului de elaborare sînt:
— pregătirea încărcăturii, repararea cuptoarelor și alcătuirea fondanților;
— reglarea corectă a regimului termic de topire;
— ordinea de introducere în cuptor a componentelor metalice în baie, dozarea acestora, utilizarea fondanților.
Pe lîngă precizările anterioare privind elementele din încărcătură, la elaborarea alamelor se vor controla componentele încărcăturii, pentru a nu se introduce impurități mecanice. Celelalte etape ale procesului de elaborare decurg aproape simultan. După curățirea cuptorului, se ridică temperatura la 800—900°C. La început, se vor introduce materialele cele mai greu fuzibile (Cu-Mn, Cu-Fe, Cu-Ni etc.) și mai ales bucățile mari. În perioada topirii, regimul termic trebuie să fie maxim, pentru ca durata de topire să fie minimă. Cînd baia metalică a ajuns la supraîncălzirea de 20—50°C, se introduce zincul metalic (preîncălzit la 200°C). Este important a nu se supraîncălzi mai mult cupru, deoarece introducerea zincului produce degajare de căldură, ceea ce mărește temperatura băii, provocînd oxidări puternice. După introducerea zincului se adaugă plumbul (dacă nu este suficient plumb din blocurile de zinc). Aluminiul necesar se adaugă cu puțin timp înainte de evacuarea alamei din cuptor.
Ca fondant acoperitor este utilizată sticla (sticla nu trebuie să aibă o fluiditate prea mare, deoarece separarea de alamă lichidă este în acest caz foarte anevoioasă și poate pătrunde în piese). Tot în același scop se utilizează și calcarul, care prin descompunerea acestuia, componentul gazos (CO_2) protejează suprafața metalului lichid.
Cu toate măsurile de prevenire menționate, cuprul se oxidează. De aceea se introduc dezoxidanți dintre care cel mai folosit este cuprul fosforos (0,2—0,3% din greutatea șarjei). Fosforul reacționează cu oxigenul din baie și formează oxidul de fosfor (P_2O_5), dezoxidînd cuprul de oxigen. Prin tratarea băii metalice oxidate (aceasta are o formă ondulat lată și cu asperitate), se obține o suprafață netedă a băii. Aceasta este dovada unei dezoxidări avansate. În afară de cupru fosforos, ca dezoxidant în turnătoriile de aliaje neferoase se utilizează borul sau siliciul.

Scanned with OKEN Scanner



a



b

Fig. 4.30. Instalații pentru barbotarea băii metalice în creuzet:

1 — butelie cu azot; *2* — reductor de presiune; *3* — ventil; *4* — țeavă; *5* — instalație de uscare; *6* — manometru; *7* — instalație de absorbție a oxigenului; *8* — tub de cuarț sau grafit; *9* — creuzet de grafit; *10* — butelie de clor; *11* — recipient; *12* — capac de absorbție; *13* — creuzet de fontă; *14* — cuptor.

Scanned with OKEN Scanner

Cu astfel de dezoxidanți se obține o îndepărtare avansată a oxigenului, fără însă o diminuare a conductibilității electrice (chiar în cantități mici, fosforul reduce sensibil această proprietate în cupru).

Ca fondanți acoperitori pentru alame se folosesc și amestecuri. Astfel, în cazul elaborării în cuptoare cu creuzet se pot utiliza: 13% Na_2CO_3, 8% silicat de aluminiu, 60% marșalită, 5% florură de calciu, 4% $AlF_3 3NaF$, 8% cărbune de lemn și 2% MnO_2. În cuptoarele cu inducție se recomandă ca deosebit de eficace amestecul 24%, NaCl, 20% KCl, 12% $ZnCl_2$, 12% Na_2SO_4, 4% NH_4Cl, 7% Na_2CO_3, 2% cărbune de lemn și 17% $Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O$.

Pentru îndepărtarea avansată a oxizilor din alame se mai utilizează rafinarea prin solidificare lentă (dar datorită necesității retopirii rezultă consum dublu de energie electrică) care nu se aplică decît în cazuri deosebite. Mai larg se utilizează rafinarea prin barbotare cu gaze inerte (fig. 4.30, *a*) sau active (fig. 4.30, *b*).

După dezoxidare urmează alierea finală în vederea obținerii aliajului respectiv.

Analiza calității alamei se realizează prin proba de îndoire a epruvetei de 10 × 20 × 200 mm. O îndoire cu rupere la 90° demonstrează caracteristici mecanice corespunzătoare (compoziția chimică din punctul de vedere al proporției de zinc). La rupere sub 90°, conținutul de zinc este mai mare (se solicită un adaos de cupru și de alte elemente pentru a se realiza micșorarea proporției de zinc). Dimpotrivă, la ruperi peste 90°, conținutul de zinc este prea mic și se impune un adaos corespunzător de zinc (fie se realizează o analiză chimică, fie se reface proba de îndoire).

Conținutul de gaze în alame trebuie să fie cît mai mic cu putință. Informații privind acest conținut se obțin prin turnarea unei probe cilindrice. Umflarea aliajului din probă indică un conținut ridicat de gaze, care necesită turnarea în lingotiere și retopirea. În caz contrar aliajul se poate turna în piese. Pentru a putea realiza piese de bună calitate este necesar să se toarne aliaj de a doua fuziune (prin retopire se reduce tensiunea de vapori, în consecință scade absorbția de oxigen).

Tot o degazare avansată se realizează și prin acțiunea ultrasunetelor cu frecvențe de 20 000 Hz și chiar mai mult. Rezultate și mai bune se obțin prin tratarea cu ajutorul vidului (fig. 4.31).

Elaborarea bronzurilor. Datorită particularităților de elaborare aspectele specifice se prezintă diferențiat pentru bronzurile cu staniu și bronzurile cu aluminiu.

Elaborarea bronzurilor cu staniu începe cu sortarea atentă a componenților încărcăturii și curățirea cuptorului. Trebuie menționat că la depășirea conținuturilor de 0,02% Al, 0,3% Fe și 0,3% Sb în bronz carac-

Scanned with OKEN Scanner

teristicile mecanice devin nesatisfăcătoare și piesele neetanșe. De aceea, cuptoarele staționare se curăță prin spălare cu cupru topit în cazul cînd anterior s-a elaborat bronz cu aluminiu sau aluminiu. În cazul folosirii așchiilor de bronz se recomandă separarea magnetică, pentru a elimina fierul. Este necesară o atenție tot așa de mare ca la alame

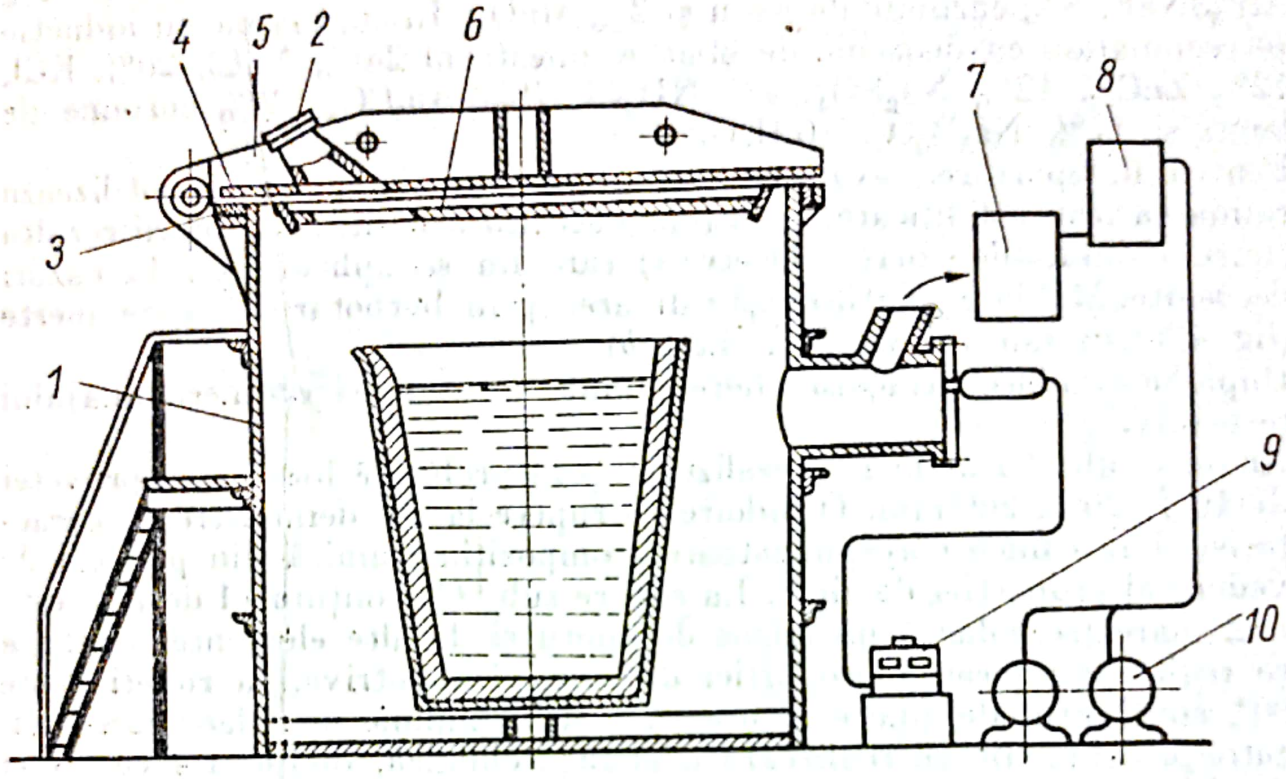


Fig. 4.31. Instalație de tratare cu ajutorul vidului pentru aliaje cu bază de aluminiu: *1* — camera de vid; *2* — fereastră de control; *3* — garnitură de etanșare; *4* — oală de tratare; *5* — capac; *6* — capac termoizolator; *7* — filtru de ulei; *8* — răcitor; *9* — vacuumetru; *10* — pompă; *11* — instalația de vid.

pentru a preveni pătrunderea materialelor organice și anorganice. După curățire și încălzire cuptorul se încarcă la temperaturi de 800—900 C. Cuprul topit se dezoxidează cu cupru fosforos (13%P) prin agitare cu bară de grafit, după care se acoperă cu fondant acoperitor, cu rol de protejare contra reacției cu atmosfera cuptorului și pentru îndepărtarea oxizilor. Fondanții acoperitori folosiți sînt: mangal aprins, calcar, amestec de 50% sodă calcinată și 50% fluorină (F_2Ca) sau 20% sodă calcinată 40% fluorină și 40% nisip, reprezentînd 1—2% din greutatea încărcăturii. Cuprul acoperit cu fondanți se încălzește pînă la 1 120—1 180°C, după care se îndepărtează zgura. După aceea se introduce zinc preîncălzit la 150—200°C, înaintea staniului, deoarece oxizii de zinc eventual formați se separă mult mai ușor decît oxizii de staniu. Se introduce apoi staniu și plumb. Aliajul se supraîncălzește pînă la 1 200—1 250°C pentru a distruge centrele de cristalizare premature,

Scanned with OKEN Scanner

care ar determina în piese o structură necorespunzătoare. Se menține 3—10 min, se îndepărtează zgura, revenindu-se la temperatura de turnare de 100—1 180°C. Cuprul fosforos pentru fluidizare se introduce direct în oala de turnare. Bronzul cu staniu elaborat din materiale secundare retopite, putînd conține de la sortare impurități dăunătoare, se rafinează folosind următorii fondanți rafinatori:

— pentru a îndepărta aluminiul se utilizează 50% ZnO și 50% borax, în proporție de 6% pentru fiecare procent de aluminiu;

— pentru îndepărtarea fierului și a antimoniului din aliaj se utilizează 50% sulfat de potasiu (K_2SO_4) și 50% sodă calcinată, tot în proporție de 6% pentru fiecare procent de fier.

— protejarea contra oxidării și totodată micșorarea pierderilor prin ardere se realizează folosind următorii fondanți acoperitori: sticlă, borax, criolită, cărbune de lemn etc.

Rafinarea bronzurilor cu staniu este necesară cînd gradul de impurificare a componenților încărcăturii este mare (topirea din deșeuri). Procentul cel mai eficace și mai folosit de rafinare se bazează pe utilizarea unor fondanți oxidanți depuși pe suprafața încărcăturii în locul fondanților acoperitori de protecție, chiar la începutul elaborării. Ca fondanți oxidanți se folosesc amestecuri în proporții egale de Cu_2O, $Na_2B_4O_7$ și nisip sau MnO_2, $Na_2B_2O_7$ și nisip. În locul boraxului ($Na_2B_2O_7$) se poate folosi și sodă (Na_2CO_3). Dacă șarja este puternic impurificată, trebuie să se folosească zgure oxidante cu conținut de Cu_2O pînă la 50%. Cantitatea de zgură oxidantă depusă pe șarja de metal trebuie să fie, în cazul topirii unei cantități mici de metal, de 3—4%, iar în cazul unor cantități mai mari, de 1—2% din greutatea șarjei.

La elaborarea bronzurilor cu staniu este foarte important să se respecte temperatura de turnare. Supraîncălzirea favorizează absorbția de gaze din atmosfera cuptorului. Bineînțeles că cel mai eficace mod de conducere a procesului de elaborare a bronzurilor cu staniu îl asigură termocuplurile cu imersie sau pirometrele. În lipsa acestora, temperatura de turnare a bronzurilor cu staniu se apreciază cu ajutorul unei bucăți de sîrmă (diametrul 4—7 mm) prin introducerea în baie și pendulare pe verticală. Dacă pe sîrma incandescentă se observă din loc în loc bucăți negre de zgură aderente, bronzul se poate turna. Dacă însă, pe sîrmă apar pete negre și relativ mari, înseamnă că metalul sau aliajul este supraîncălzit.

Și aceste aliaje se dezoxidează avansat prin barbotare cu gaze inerte, prin tratament cu ultrasunete și mai ales pentru tratament în vid.

Elaborarea bronzurilor cu aluminiu. Aceste tipuri de bronzuri sînt foarte ușor oxidabile. Chiar în condițiile supraîncălzirilor mici, aluminiul din aceste bronzuri are o mare tendință de oxidare și absorbție de gaze. Oxidul de aluminiu (Al_2O_3) avînd temperatură de topire foarte înaltă

Scanned with OKEN Scanner

se aglomerează la variațiile grosimilor de perete. În aceste zone apar frecvente sufluri.

Pentru a împiedica oxidarea aluminiului se iau următoarele măsuri:

— înainte de introducerea aluminiului în aliaje, cuprul topit se dezoxidează cu cupru fosforos, fără a depăși limita de 0,01—0,02% P (peste aceste limite fosforul înrăutățește apreciabil caracteristicile bronzurilor cu aluminiu);

— introducerea simultană a unei cantități mici de cupru împreună cu aluminiul necesar (astfel se compensează din supraîncălzirea băii metalice datorită introducerii aluminiului);

— utilizarea unor cantități mai mari de fondanți acoperitori (sticlă, borax, criolită, cărbune de lemn etc.);

Dezoxidarea avansată se poate realiza prin:

— introducerea în proporție de 0,2—0,4% din greutate clorură de mangan (prin amestecare continuă timp de 5—10 min);

— pendulări ale temperaturii băii între temperatura optimă de elaborare și la temperaturi apropiate de punctul solidus (este necesar să se mențină baia metalică cel puțin 10—15 min la aceste temperaturi joase);

— turnarea în lingotiere; după răcire se încarcă imediat într-un cuptor cu temperaturi pînă la 100—200°C sub temperatura solidus.

Avînd în vedere marea tendință de absorbție a oxigenului la aceste tipuri de bronzuri, trebuie ca înainte de turnare acestea să se verifice din punctul de vedere al conținutului de gaze. În acest scop se toarnă într-o cochilă metalică sau de grafit o mică cantitate de bronz cu aluminiu. Dacă apare contracția obișnuită a aliajului, atunci regimul de elaborare a fost corespunzător. Dacă apare o umflătură în loc de retasură rezultă că aliajul conține o mare cantitate de gaze și nu este apt pentru turnare. Pentru a se putea folosi, aceste aliaje se lasă în cuptoare pînă la începutul solidificării și după aceea se încălzește foarte rapid. Pînă la solidificare se degajează o parte din gaze și prin reîncălzire rapidă se împiedică absorbția unor noi gaze. Și mai eficace este metoda turnării aliajului în lingotieră și apoi retopire. Se interzice degazarea prin turnare în oală și retintroducere de sus a metalului în cuptor, deoarece în acest caz se produce o oxidare intensă a șarjei, ceea ce o face inutilizabilă. La elaborare trebuie ca suprafața metalului să fie cît mai liniștită pentru a evita oxidarea. De aceea, nu se indică adăugirea continuă în cuptor a materialelor solide în baia lichidă ci în porții succesive, pînă la completarea întregului volum liber, fără să se depășească marginile creuzetului încălzit cu produse de ardere.

Pentru mărirea caracteristicilor mecanice se utilizează metoda modificării în stare lichidă. Jumătate din cantitatea necesară de aliaj se toarnă în oală. Se așteaptă răcirea în oală a aliajului pînă la temperaturi apropiate de temperatura de început de solidificare, după care se toarnă în oală

Scanned with OKEN Scanner

restul de aliaj lichid aflat la temperatura de turnare. În felul acesta caracteristicile mecanice ale aliajului modificat cresc cu 20—30% față de aliajul nemodificat.

Fondanții pentru aliajele cu bază de aluminiu sînt redați în tabelul 4.38.

Tabelul 4.38

FONDANȚI PENTRU ALIAJE CU BAZĂ DE ALUMINIU, ÎN %

Felul aliajului	$AlF_3 \cdot 3NaF$	NaF	KF	Na_2SiF_6	C_2Cl_6	NaCl	KCl	$ZnCl_2$	$MnCl_2$
Dezoxidant acoperitor	33	—	—	—	—	67	—	—	—
	15	—	—	—	—	60	25	—	—
	—	20	—	—	—	—	80	—	—
	—	10	—	—	—	—	90	—	—
	—	30	—	—	—	20	50	—	—
	—	10	—	—	—	40	45	—	—
Dezoxidant degazant	—	—	—	—	—	50	—	50	—
	—	—	—	—	—	50	—	—	50
	5	—	—	85	—	5	5	—	—
	—	—	—	42—70	5—7	14—18	9—28	—	—
	—	—	—	—	—	20	5	75	—
	—	—	10	20	—	40	30	—	—

13.5. ELABORAREA ȘI TURNAREA ALIAJELOR CU BAZĂ DE ALUMINIU

Pentru a înțelege problemele legate de elaborarea și turnarea aliajelor cu bază de aluminiu trebuie, în primul rînd, să se menționeze că aluminiul are mare afinitate pentru oxigen și că oxidul de aluminiu (Al_2O_3) este doar cu puțin mai greu decît aluminiul. Incluziunile de Al_2O_3 micșorează mult caracteristicile mecanice, iar la turnare se pot acumula în anumite locuri sub formă de incluziuni care pot da naștere la crăpături. Asigurarea proprietăților fizico-chimice mecanice și de turnare superioare ale aliajelor cu bază de aluminiu nu este posibilă fără o permanentă preocupare de a evita impuritățile la elaborare. De asemenea, aliajele cu baza de aluminiu au tendința de a dizolva gaze, cauza apariției suflurilor în piese. Acestea trebuie luate în considerare la elaborarea oricărui asemenea aliaj.

Cuptoarele pentru elaborare se aleg în funcție de producția lunară. Pentru producții mici se preferă cuptoarele cu creuzet fixe sau bascu-

Scanned with OKEN Scanner

lante. Pentru producții mari se preferă cuptoarele cu flacără (mai ales cele rotative) și cuptoarele electrice cu inducție.

Elaborarea aliajelor cu bază de aluminiu, cu cupru. Cuprul se adaugă sub formă de prealiaj aluminiu-cupru. Tehnologia de elaborare nu depinde de tipul cuptorului. Se introduce aluminiul în blocuri, iar după topirea acestuia se adaugă și deșeurile. În baia metalică astfel formată se adaugă treptat prealiaj în bucăți, încălzit la 200—300°C, amestecîndu-se continuu. Se îndepărtează zgura și se tratează cu clorură de zinc. După o decantare de 8—10 min, aliajul se curăță din nou de zgură și este bun pentru turnare.

Elaborarea aliajelor cu bază de aluminiu cu siliciu și cu cupru. Ordinea de încărcare a materialelor depinde de felul și de cantitatea lor, respectîndu-se regulile generale de încărcare a cuptoarelor pentru elaborarea aliajelor neferoase.

Dacă se elaborează din metale și prealiaje, atunci se va avea grijă ca prealiajele să nu se adauge decît după topirea completă a unei cantități mai mari de metale. După dizolvarea prealiajelor se vor adăuga și restul de metale, amestecîndu-se continuu. Se îndepărtează zgura și se tratează cu cloruri.

Elaborarea aliajelor cu bază de aluminiu, cu cupru și cu nichel. Pentru elaborarea acestor aliaje se încarcă în cuptor nu mai mult de 30—40% din întreaga încărcătură; după formarea băii se presară fondanți (2 kg/t de încărcătură). Se încarcă apoi prealiajul aluminiu-cupru-nichel, deșeurile și după aceea blocurile de aluminiu. Magneziul se va adăuga cu puțin înaintea turnării. Este bine ca magneziul să se introducă sub formă de prealiaj aluminiu-magneziu. Cînd nu se dispune de prealiaj, magneziul metalic se va introduce în baie cu ajutorul unui clopot, ca la modificarea fontelor. Aliajul se va rafina în cuptor, ca la modificarea fontelor. Aliajul se va rafina în cuptor cu un amestec de 30% clorură de sodiu, 47% clorură de potasiu și 23% criolită (0,5 kg/t de aliaj). După aceea, aliajul se curăță de zgură, fiind bun pentru turnare.

Elaborarea aliajelor cu bază de aluminiu, cu siliciu și cu magneziu. Aliajele cu bază de aluminiu, cu siliciu și cu magneziu trebuie elaborate cu multă grijă și cu substrat de fondant (cel mai indicat este carnalita cu 20% fluorină). La elaborarea aliajului, în vederea turnării pieselor, este bine să se folosească un aliaj preliminar, cu compoziția identică sau foarte apropiată de cea finală. Cînd aliajul preliminar are compoziția finală, atunci pentru turnarea pieselor este nevoie numai de o retopire; în celălalt caz, compoziția chimică se obține prin adaosul corespunzător de metale și deșeuri în baia metalică.

Scanned with OKEN Scanner

Aliajul preliminar se obține de obicei în cuptoare cu creuzet metalic sau cu inducție. După preîncălzirea creuzetelor la circa 350°C, se introduce aluminiul și prealiajul de aluminiu-siliciu, asigurîndu-se temperatura băii de aproximativ 700°C. Se presară fondantul și se introduce magneziul, de preferință tot sub formă de prealiaj aluminiu-magneziu. După introducerea întregii cantități de magneziu, temperatura băii trebuie să fie cuprinsă între 660—680°C. Se curăță de zgură, se presară din nou cu fondant și se toarnă. În ruptură nu trebuie să prezinte pete negre; prezența lor dovedește supraîncălzirea băii metalice și folosire de cantități mici de fondant.

La turnarea pieselor, aliajul obținut, fie numai din aliaj preliminar, fie și cu adaosuri de metale și deșeuri, trebuie să fie acoperit în oalele turnare cu fondant. Pentru a preveni pătrunderea fondantului în piese, pe suprafața metalului din oalele de turnare se va presăra fluorină.

Topirea deșeurilor de aluminiu. Indiferent de cuptoarele în care se topesc, deșeurile de aluminiu se vor încărca numai în porții mici. După topirea lor se îndepărtează zgura, se presară cu fondant și se introduce o nouă porție. Preocuparea principală este aceea ca să nu se depășească temperatura de 720°C la topire. Înainte de turnare, metalul trebuie să fie tratat cu cloruri.

13.6. ELABORAREA ALIAJELOR CU BAZĂ DE MAGNEZIU

Aliajele cu bază de magneziu se pot elabora în cuptoare cu creuzet (fixe sau basculante), în cuptoare cu flacără (fixe sau rotative) și în cuptoare cu inducție. Tehnologia de elaborare diferă foarte puțin de la un cuptor la altul.

Elaborarea în cuptoare cu creuzet începe cu preîncălzirea lor pînă la 400—500°C. Se încarcă fondant măcinat (40% clorură de magneziu, 30% clorură de potasiu, 20% fluorură și 10% oxid de magneziu) și nu mai mult de jumătate din cantitatea totală de magneziu metalic. După topirea se adaugă treptat restul de magneziu și apoi diferitele elemente pe care trebuie să le conțină, sub formă de prealiaje fin măcinate. La sfîrșitul topirii tuturor adaosurilor, acestea se rafinează, iar dacă au ruptură grosolană se modifică. Modificarea aliajelor cu bază de magneziu se poate realiza prin două metode: prin tratare cu calciu, zirconiu, clorură de fier, ceriu etc., la fel ca al fonte, sau prin supraîncălzire la 850—950°C, cu menținere de 15—20 min și răcire ulterioară pînă la temperatura de turnare. După modificare, fondantul se curăță de pe suprafața metalului lichid și se presară din nou cu puțin fondant proaspăt.

La elaborarea în cuptoare cu inducție, se va urmări o încărcare cît mai compactă: întîi materialele mărunte și după aceea materialele mari.

Scanned with OKEN Scanner

13.7. ELABORAREA ALIAJELOR CU BAZĂ DE NICHEL

Temperaturile înalte de topire ale nichelului și aliajelor cu bază de nichel și tendința mare de a absorbi gaze la topire sînt caracteristicile principale ale procesului tehnologic de elaborare. Din cauza acestor caracteristici se preferă cuptoarele cu inducție, prevăzute cu instalații pentru crearea vidului (fig. 4.32).

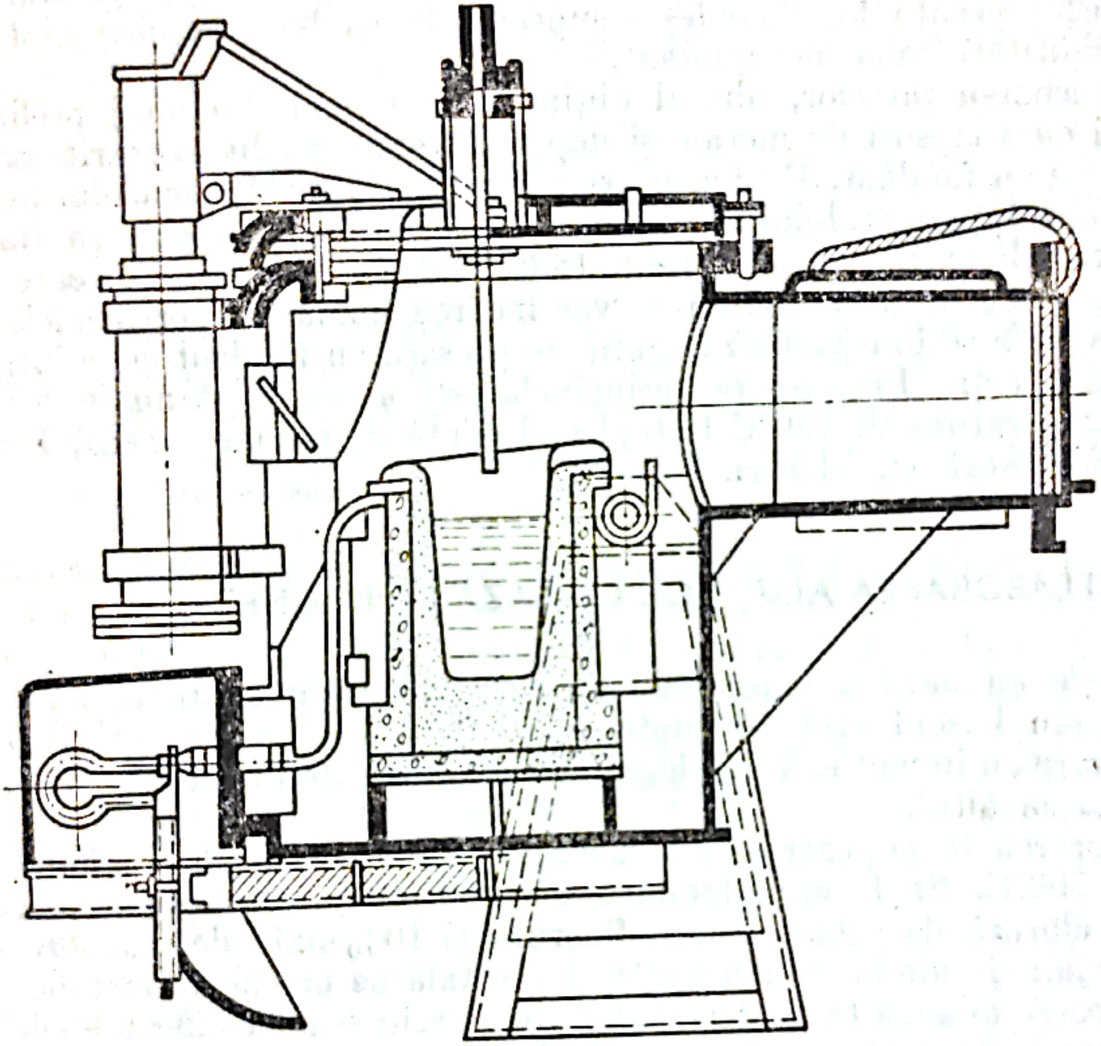


Fig. 4.32. Cuptor cu inducție cu vid utilizat la elaborarea aliajelor cu bază de nichel.

Elaborarea aliajelor cu bază de nichel este destul de complicată. Astfel, la elaborarea monelului sînt necesare adaosuri de degazare (prealiaj nichel-carbon), de dezoxidare (magneziu) și fondanți acoperitori (sticlă spartă). Ordinea de încărcare este: cupru, nichel, fier, deșeuri de nichel, mangan și prealiaj nichel-carbon. Temperatura de turnare este 1500—1530°C.

Scanned with OKEN Scanner

13.8. ELABORAREA ALIAJELOR TIPOGRAFICE

Aliajele tipografice se elaborează îm creuzete metalice plasate în cuptoare simple.

Creuzetul se încălzeşte la 600—700°C şi se curăţă de resturile din şarja precedentă. Se încarcă 3/4 din întreaga cantitate de materiale şi se acoperă cu fondant acoperitor (de obicei cărbune de lemn). După topirea încărcăturii se introduce şi restul. Pentru dezoxidare, în timpul topirii se introduce pe fundul creuzetului o bucată de lemn. Dacă aliajul lichid conţine impurităţi (fier, nichel, zinc, aluminiu) el trebuie rafinat. Pentru îndepărtarea fierului, a nichelului şi a cuprului, aliajul se tratează cu sulf, pentru îndepărtarea zincului şi a aluminiului, cu vapori de apă.

După îndepărtarea oxizilor şi a zgurii de pe suprafaţa metalului lichid, se amestecă şi se toarnă.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul V

TURNAREA METALELOR ȘI ALIAJELOR

Operația de umplere a formelor cu metalul lichid, indiferent de tipul acestora, este foarte importantă. În cadrul acestei operații se cuprinde prevederile privind temperaturile de turnare, vitezele de turnare, acuratețea turnării.

În tabelul 5.1 se redau temperaturile de turnare ale fontelor cenușii, iar în tabelul 5.2 pierderile de temperatură la descărcarea fontei, menținerea fontei și schimbarea fontei dintr-o oală în altă oală. Valorile din primul tabel se referă la temperaturile din momentul introducerii fontei în formă. Pentru a stabili temperatura de evacuare din cuptoare se aplică pierderile menționate din ultimul tabel.

La turnarea fontei este necesar să se respecte următoarele reguli:

— folosirea numai a oalelor bine uscate și încălzite (pînă la culoarea roșietică);

— la piesele importante și de dimensiuni mari, în scopul îndepărtării gazelor și a zgurei din fontă, turnarea va începe numai după o menținere liniștită a fontei în oală;

— în timpul turnării, la oalele fără reținerea zgurei, se va încerca să se împiedice pătrunderea acesteia în pîlnia de turnare; în cazul în care totuși a pătruns, zgura trebuie reținută în pîlnia de turnare cu ajutorul unor bare din metal, dinainte pregătite, pe care să nu se găsească oxizi;

— să nu se permită folosirea oalelor cu cruste de la șarjele precedente;

— să se asigure turnare cu jet continuu și fără stropi; pentru aceasta, ciocul oalei se va menține cît mai aproape de pîlnia de turnare;

— se vor aprinde gazele care se degajă din forma pe timpul turnării;

— se va turna plin (pîlniile de turnare în tot timpul turnării vor fi menținute pline cu metal);

— pentru a evita accidentele se va asigura o ordine a formelor, pe suprafețe de turnare cu treceri libere;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.1

TEMPERATURILE DE TURNARE A FONTELOR

Tipul fontei	Grosimea de perete mm	Temperatura de turnare °C
Cenuşie	2—4	1450—1360
	4—10	1430—1340
	10—20	1400—1320
	20—50	1380—1300
	50—100	1340—1230
	100—150	1300—1200
	Peste 150	1280—1180
Aliată cu mangan	—	1350—1280
Aliată cu crom	—	1450—1400
Aliată cu siliciu	—	1300—1270

Tabelul 5.2

PIERDERILE DE TEMPERATURĂ LA TURNAREA FONTEI

Operaţia	Pierderile de temperatură în °C
Descărcarea fontei	20—40
Menţinerea fontei în oală, pentru fiecare minut	
— de 50 kg	15—40
— de 300 kg	10—25
— de 1000—2000 kg	4—8
— de 2000—5000 kg	2—5
Schimbarea fontei dintr-o oală în altă oală	30—50

Scanned with OKEN Scanner

— greutățile de pe forma nu se vor așeza în apropierea răsuflătoarelor.
Oalele de turnare a fontelor cenușii sînt tipuri foarte diferite:
— de mînă cu capacitate de 10,15 și 20 kg;
— pentru transport în furcă (doi, trei sau patru muncitori asigură transportul), cu capacitate de 30, 50, 70 și 100 kg.
— pentru manevrarea cu macaraua sau pe monoșine: 500 kg; 1000 kg; 1500 kg; 3000 kg; 5000 kg; 10 000 kg.
În turnătoriile cu producție de masă, chiar și oalele mici se transportă cu ajutorul monoșinilor. În ultimul timp s-au construit oale care asigură reținerea zgurei (în formă de ceainic și cu perete despărțitor). O grijă deosebită trebuie acordată uscării oalelor și modului de îndesare, deoarece desprinderea de material de căptușire conduce aproape în totalitate la apariția de incluziuni nemetalice în piese.
Viteza de turnare depinde de tipul piesei, de înălțimea formei, de cantitatea de metal lichid care se umple.
La turnarea fontei cenușii în forme permanente metalice se va ține seama ca temperatura să fie optimă atît din punctul de vedere al umplerii complete a cavității, cît și din punctul de vedere al durabilității suficiente a formei.
Ca metode moderme privind mărirea eficacității turnării și influențarea favorabilă a producerii pieselor de calitate în această perioadă sînt:
— turnarea sub acțiunea ultrasunetelor;
— turnarea sub vid .
Turnarea pieselor sub acțiunea ultrasunetelor are influență asupra structurii (mărimea separărilor de grafit și dimensiunii cristalelor primare). În timpul cristalizării piesei, sub acțiunea ultrasunetelor, fonta este puternic agitată și primele formate sînt fărîmițate, amestecîndu-se cu restul masei de fontă lichidă. Rezultatul acestei operații este obținerea unei piese cu structură foarte bună. Tot ca un efect al tratamentului cu ultrasunete sînt create condiții foarte bune pentru evacuarea gazelor din masa metalică, obținîndu-se piese compacte și fără sufluri. Turnarea sub acțiunea ultrasunetelor se poate realiza atît în forme temporare cît și în forme permanente (separările de grafit în acest ultim tip de formă sînt foarte fine, apropiindu-se de forma metalică).
Turnarea pieselor sub vid scumpește sensibil prețul de cost, dar este însoțită de următoarele avantaje:
— crește compactitatea pieselor turnate;
— îmbunătățește calitatea suprafeței pieselor turnate;
— reduce posibilitatea formării oxizilor;
— scade procentul de rebuturi;
— diminuează volumul de muncă necesar șlefuirii pieselor (la piesele care se acoperă superficial);

Scanned with OKEN Scanner

— îmbunătățește caracteristicile mecanice ale pieselor turnate;
— diminuează presiunea de regim la turnarea sub presiune;
— reduce posibilitatea de formare a fisurilor în piesele turnate din aliaje magneziu.

Temperatura de turnare a fontelor tratate cu magneziu se stabilește ca și în cazul fontelor cu grafit lamelar, în funcție de geometria piesei turnate și mai ales de grosimea pereților acesteia. Temperatura de turnare influențează numărul de nodule, mai ales la valori de peste 1300°C. Cu cît temperatura de turnare este mai înaltă cu atît numărul de nodule este mai scăzut.

Cînd temperaturile de evacuare a fontelor sînt mai joase, este indicată modificarea fontei într-o singură etapă, ceea ce înseamnă :
— utilizarea unei singure oale;
—mărirea gradului de asimilare a magneziului;
— reducerea reacției dintre modificator și fonta lichidă.

Temperatura de turnare a fontei modificate cu grafit nodular în piese cu pereți subțiri nu trebuie să fie mai joasă decît 1260—1280°C.

Turnarea pieselor din fontă albă pentru maleabilizare cere mai multă atenție și mai multe cunoștințe profesionale. Temperaturile de turnare ale fontelor albe pentru maleabilizare sînt:
— pentru piese de grosime sub 4 mm, 1480 — 1380°C;
— pentru piese cu grosimi de 4—10 mm, 1450 —1360°C;
— pentru piese cu grosimi de 10—20 mm, 1430 — 1350°C.

La temperaturi de turnare mai înalte, crește numărul pieselor cu crăpături, porozități, retasuri.

Turnarea incorectă a metalului lichid duce în majoritatea cazurilor la procente ridicate de rebut, chiar dacă elaborarea a fost de calitate. Această afirmație prezintă și mai multă importanță la oțeluri, deoarece acestea au fluidități ridicate. Dacă oțelurile acide se pot turna în piese mici și mijlocii prin oale cu cioc, piesele mari și în general oțelurile bazice trebuie turnate numai cu ajutorul oalelor cu dop.

Oalele cu dop au capacități între 500 și 5 000 kg.

La turnarea oțelului în forme trebuie să se țină seama de următoarele reguli:
— se vor respecta strict temperaturile de turnare (tabelul 5.3);
— formele se vor aranja în rînduri cu mult înaintea turnării, înlăturîndu-se astfel pierderile de timp la turnare;
— oala nu trebuie ridicată prea mult, iar vîna de metal să nu fie împrăștiată;
— umplerea pieselor trebuie urmărită continuu și cu multă atenție;
— la turnarea oțelurilor slab aliate, prin pîlnia de turnare după umplerea maselotelor circa 1/3 vîna de metal se trece deasupra uneia dintre ele, continuîndu-se turnarea pînă la circa 2/3 din înălțime. Se presară

Scanned with OKEN Scanner

luncherit și apoi se continuă turnarea pînă la nivelul stabilit. Se recomandă amestecarea luncheritelor în maselote cu ajutorul unei bucăți de lemn.

Tabelul 5.3

TEMPERATURILE DE TURNARE A OȚELURILOR MĂSURATE CU PIROMETRU OPTIC FĂRĂ CORECȚIE

Tipul pieselor	Grosimea mm	Masa kg	Temperatura de turnare °C
Oțeluri carbon și slab aliate			
Complicate și cu pereți subțiri	6—20	100	1435—1420
	12—25	500	1430—1405
	20—30	3000	1425—1405
Greutate mijlocie	30—75	5000	1420—1400
Grele	75—150	5500—25 000	1415—14 0
Masive	peste 150	peste 5000	1410—1395
Oțeluri înalt aliate			
Diferite, manganoase	—	—	1360—1380
Diferite, cu wolfram	—	—	1380—1450
Diferite, crom, nichel	—	—	1390—1490

Pe lîngă aceste căi pentru mărirea eficacității maselotelor precum și pe lîngă metodele descrise în cadrul capitolului al II-lea, se mai precizează faptul că o metodă foarte economicoasă de combatere a retasurilor în piese de oțel este folosirea maselotelor închise cu suprapresiune (3—5 at.). Utilizarea răcitoarelor la turnarea pieselor din oțel este indicată numai la nodurile termice care nu pot fi alimentate cu maselote. Prescripțiile de utilizare a răcitoarelor exterioare sînt apreciate ca foarte cunoscute.

La răcitoarele interioare se vor lua măsuri deosebite privind curățirea acestora de oxizi (spre a nu se îngloba în piese oxizi, care constituie generatori de defecte), dar nu se vor monta în formă cu mai mult de 3—4 h înaintea turnării.

Scanned with OKEN Scanner

Ca măsuri de combatere a suflurilor la turnarea oțelului în piese se mai precizează:
— realizarea unei turnări rapide;
— evitarea menținerii îndelungate a oțelurilor după calmare;
— dezoxidarea cît mai avansată;
— menținerea suficientă a oțelului în oală pentru înlăturarea avansată a gazelor și incluziunilor nemetalice.
La turnarea aliajelor neferoase se întrebuințează oale identice cu cele de la turnarea aliajelor feroase. Temperaturile de turnare sînt redate în tabelul 5.4.

Tabelul 5.4

TEMPERATURILE DE TURNARE ALE UNOR ALIAJE NEFEROASE

Aliajul	Tipul	Grosimea pereților mm	Temperatura de turnare °C
Cu bază de cupru	Alame	Sub 12	1100
		12—36	1050
		Peste 36	1020
	Alame speciale	Sub 12	1080
		12—36	1040
		Peste 36	1000
	Bronzuri cu staniu	Pînă la 12	1180
		12—36	1150
		Peste 36	1100
	Bronzuri cu aluminiu	Pînă la 20	1250
		Peste 20	1200
Cu bază de aluminiu	Cu cupru	Pînă la 12	730
		12—36	720
		Peste 36	690
	Cu siliciu	12	700
		12—36	670
		Peste 36	650
Cu bază de nichel	Monel	—	1500—1530
Tipografice	—	—	370—450
Cu bază de staniu	—	—	500—550

Scanned with OKEN Scanner

La turnarea aliajelor neferoase trebuie să se respecte următoarele reguli:
— oalele de turnare se vor curăța de resturi, care pot influența negativ calitatea aliajului;
— pentru a micșora diferența de temperatură dintre începutul și sfîrșitul turnării este necesar ca oalele se se încălzească la roșu (600°C), înainte de turnare;
— grosimea căptușelii refractare a oalelor de mînă nu trebuie să fie mai mică decît 25 mm, tot pentru a limita pierderile de căldură;
— ciocul oalei trebuie bine executat și uscat, astfel el asigurînd la turnare o vînă de metal strînsă și fără stropi;
— să se îndepărteze complet zgura de pe suprafața metalului;
— să se asigure turnare continuă, fără întreruperi (pîlnia rețelei de turnare să fie plină);
— să se toarne cu viteze mari;
— se vor respecta strict temperaturile de turnare; la temperaturi înalte se menține metalul lichid în oală, pînă cînd temperatura intră în limite; la temperaturi joase se întrerupe turnarea altor piese și aliajul se reintroduce din nou în cuptor;
— se vor reumple la sfîrșit maselotele cu metal cît mai cald;
— aliajele cu bază de plumb și staniu se vor amesteca bine înaintea turnării, iar dacă durata este mai mare, omogenizarea prin amestecare se va realiza de cîteva ori în timpul acesteia și cel puțin înaintea umplerii fiecărei forme.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul VI

DEZBATEREA ȘI CURĂȚIREA PIESELOR TURNATE

Dezbaterea este scoaterea pieselor din formă, iar curățirea este operația manuală sau mecanizată de îndepărtare a amestecului de formare aderent la piesele turnate precum și a rețelei de turnare, a maselotelor, a bavurilor etc.

1. DEZBATEREA

Înainte de dezbatere piesele se mențin în forme pentru solidificare și răcire un anumit timp. Astfel, piesele turnate din oțel trebuie lăsate să se răcească sub 700°C, cele din fontă, sub 500°C. Piesele cu configurație complexă, susceptibile la deformare, se vor menține chiar și pînă la 300°C. Duratele de menținere a pieselor feroase în forme sînt redate în tabelul 6.1.

Pentru unele oțeluri sau fonte bogat aliate, duratele de menținere în forme sînt mult mai mici (pentru acelea la care răcirea lentă este generatoare de defecte).

Dezbaterea pieselor din forme precum și îndepărtarea miezurilor din piese, deși o operație simplă, fiind însoțită de mult praf și executată la temperaturi destul de înalte, se execută în condiții grele de muncă. De aceea se caută înlocuirea completă a dezbaterii manuale cu aceea mecanizată.

Dezbaterea manuală, deși din ce în ce mai restrînsă ca arie de utilizare se mai folosește în turnătoriile mici, cu mare diversitate sortimentală și în serie mică. În timpul efectuării acestei operații se va avea grijă deosebită asupra modului cum se lovesc ramele sau piesele. Piesele mici se vor dezbate prin lovire ușoară a ramelor, exclusiv în muchii. Există mai multe dispozitive și mașini care servesc la mecanizarea operației de dezbatere, principalele asemenea utilaje fiind:

— dispozitivul vibrator;
— cobilița cu vibratoare;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.7

DURATELE DE MENȚINERE A PIESELOR ÎN FORMĂ DUPĂ TURNARE

Masa, kg	Durata de menținere, h		
	Fontă		Oțel
	Formare mecanizată (pe conveior)	Formare în sol	
Pînă la 10	sub 0,15	0,5—1,0	0,25—
11—30	0,15—0,40	0,8—2,0	0,25—0,5
31—50	0,25—0,50	1—3	0,5—01,0
51—100	0,3 —0,6	1,5—2,0	2,0—4
101—250	0,5 —1,0	2,5—6	2—4,0
251—500	0,8—2,0	3—8	4—6
501—800	1—2,50	4,0—9,0	6—8
801—1200	2,0—3,50	5—10	8—12
1 201—2 000	—	8—30	10—16
2 001—5 000	—	20—60	16—45
5 001—10 000	—	55—130	40—75
10 001—15 000	—	80—200	60—95
15 001—25 000	—	120—280	85—120
25 001—50 000	—	150—360	100—160
50 001—75 000	—	17—390	130—200
75 001—100 000	—	200—430	150—260

— grătarul vibrator cu excentric;
— grătarul inerțial;
— grătarul vibrator pneumatic;
— mașina vibratoare pentru dezbaterea miezurilor.

La dezbaterea pieselor din aliajele pe bază de aluminiu și magneziu se va avea grijă deosebită deoarece aceste piese au, în stare turnată, rezistențe mai mici. Deosebit de îngrijit trebuie mînuite piesele turnate de configurație complexă care au nervuri subțiri, punți etc., care se pot deteriora în procesul de dezbatere cu scule și utilaje mecanizate.

Scanned with OKEN Scanner

Și dezbaterea miezurilor se va face cu deosebită grijă. În ultimul timp s-a extins dezbaterea miezurilor în camere hidraulice, care în afara măririi productivității muncii, ameliorează sensibil condițiile de muncă.

2. CURĂȚIREA

În funcție de gradul de mecanizare, curățirea pieselor poate fi manuală sau mecanizată. Operația de îndepărtare a rețelelor de turnare, bavurilor, maselotelor și proeminențelor este cunoscută sub denumirea de *ajustarea pieselor turnate.*

Curățirea manuală se efectuează cu ajutorul periilor de sîrmă și al dălților. Amestecurile de formare aderente se îndepărtează cu periile, iar neregularitățiile și bavurile, cu dălțile. În prezent, curățirea manuală se aplică numai în turnătoriile de aliaje neferoase, cu capacități nu prea mari.

Curățirea mecanizată se execută în tobe de curățat, în aparate de sablare, în mașini de curățit prin împroșcare cu alice și în instalații de curățit hidraulic.

Ajustarea pieselor se efectuează atît manual cît și mecanizat. Ajustarea manuală se întîlnește numai în turnătoriile foarte mici, la producția de serie mică, folosindu-se dalta și ciocanul. Avînd de a face cu producții mari, ca primă soluție pentru mecanizarea acestor operații s-a considerat suficientă introducerea ciocanelor pneumatice cu daltă. Răsuflătoarele și rețelele pieselor mici din fontă se îndepărtează prin rupere, manual sau la prese, iar ale pieselor mari din fontă și aliaje neferoase, la ferăstraie circulare. Maselotele și rețelele de turnare ale pieselor din oțel se îndepărtează cu flacără oxiacetilenică, iar unele, așa cum s-a menționat, chiar pe mașini-unelte.

Separarea rețelei de turnare de piesele turnate din majoritatea aliajelor de aluminiu se execută mai ales cu ajutorul ferăstraielor circulare cu disc sau cu panglică, precum și cu ajutorul mașinilor de frezat. În funcție de dimensiunile și de configurația rețelelor de turnare, ele se îndepărtează fie manual, fie cu dispozitive speciale (ghidaje, suporturi). Aducerea pieselor turnate pe masa ferăstrăului cu panglică și scoaterea lor se execută manual sau cu ajutorul dispozitivelor de ridicat și transportat. Debavurarea pieselor turnate mici și mijlocii se poate realiza pe bancuri metalice cu dispozitive pentru absorbția prafului și a zgomotului. Pentru îndepărtarea bavurilor și alimentatoarelor de pe piesele turnate, obținute prin turnarea sub presiune, se folosesc matrițe de ștanțare cu extragerea manuală sau mecanizată a pieselor turnate. Similar se îndepărtează cu mașini-unelte și picioarele de turnare ale pieselor produse cu modele ușor fuzibile.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru îndepărtarea oxizilor de pe suprafețele exterioare și interioare de pe piesele din aluminiu, precum și pregătirea suprafețelor pentru acoperiri metalice se folosește curățirea cu jet. Piesele se încarcă în cameră și se prelucrează cu amestec abraziv.

Automatizarea completă a lucrărilor de curățire-degresare este posibilă în secțiile cu producție de serie mare sau de masă.

Piesele din fontă maleabilă se curăță, de obicei, de două ori; prima dată, piesa brută turnată, iar a doua oară, după recoacere. În prima curățire se îndepărtează, în general, maselotele și rețelele de turnare. Piesele mici și mijlocii se curăță chiar cu aparatele de sablare și, mai bine, în mașini de curățat prin împroșcare cu alice. În acest fel se scoate la iveală rebutul. Piesele mici, cu pereți subțiri, nu se vor curăți în tobe deoarece se produc multe defecte. Îndepărtarea bavurilor și a altor pro-, eminențe nu se va face decît la polizare.

De menționat că la piesele cu pereți groși, care nu sînt suficient curățite, pe timpul recoacerii se formează o coajă rezistentă care îngreunează a doua curățire. Acesta este motivul pentru care se recomandă ca asemenea piese să fie complet curățate.

A doua curățire constă în îndepărtarea oxizilor care se formează în timpul recoacerii și în definitivarea curățirii. Se preferă curățirea prin împroșcare cu alice, iar în lipsa acestora, curățirea prin sablare.

O altă particularitate specifică curățirii pieselor din fonte maleabile este modul cum se îndepărtează resturile rețelelor de turnare. Rețelele de dimensiuni mici se îndepărtează la polizor, sau cu freze, cele cu dimensiuni mari la prese (în lipsa acestora, cu ciocane pneumatice).

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul VII

TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR TURNATE

Tratamentele termice sînt operații distincte ale procesului tehnologic de fabricație a pieselor turnate de calitate superioară. Ele constau din încălziri și răciri, în condiții bine determinate, aplicate în vederea obținerii unor anumite proprietăți fizice și mecanice, prin modificarea structurii materialului. Factorii principali ai oricărui tratament termic sînt: temperatura de încălzire, durata de menținere la temperatura de încălzire și răcire. Acești factori se aleg în funcție de aliajul din care s-au executat piesele și de scopul urmărit.

1. TRATAMENTELE TERMICE ȘI TERMOCHIMICE ALE PIESELOR TURNATE DIN FONTĂ

Tratamentele termice care se aplică pieselor din fontă cenușie diferă foarte mult de cele care se aplică pieselor din fontă albă, dar se aseamănă întrucîtva cu cele din fontă cu grafit nodular.

1.1. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR DIN FONTĂ CENUȘIE

După scopurile urmărite, tratamentele termice ale pieselor din fontă cenușie pot fi împărțite în următoarele patru grupe:
— tratamente termice pentru micșorarea durității;
— tratamente termice pentru obținerea unor structuri fine și omogene;
— tratamente termice pentru mărirea durității.

Tratamentul termic pentru îndepărtarea tensiunilor interne remanente. Așa cum s-a arătat, în procesul de răcire a pieselor turnate apar tensiuni interne, chiar dacă nu se aplică o forță din exterior. Aceste tensiuni determină rebutarea pieselor, atunci cînd se depășește rezistența lor. Nu trebuie considerat că dacă aspectul exterior al pieselor este perfect,

Scanned with OKEN Scanner

tensiunile interne nu sînt importante. Este cunoscut de toți faptul că în unele piese apar crăpături după prelucrarea mecanică sau abia în timpul funcționării. De aceea, este foarte normală preocuparea existentă de a reduce la minimum tensiunile interne remanente.

Practic, s-a observat că păstrarea în depozit a pieselor turnate un timp îndelungat, înainte de prelucrare mecanică (chiar șase luni), determină numai o slăbire (circa 30—40%) a tensiunilor interne. Evident că aceasta nu poate fi considerată ca o metodă pentru actualul stadiu al tehnicii (în plus, piesele ruginesc).

Soluția practică de eliminare a tensiunilor interne remanente este aplicarea unui anumit tip de **recoacere.** Prin recoacere se înțelege operația de tratament termic, care urmărește aducerea piesei în echilibru fizic, fizico-chimic sau structural.

Recoacerea care urmărește eliminarea tensiunilor interne se numește *recoacere de detensionare.*

La acest tip de recoacere, în afară de factorii principali ai oricărui tratament termic, trebuie să se aibă în vedere și viteza de încălzire. Vitezele mari de încălzire determină apariția altor tensiuni, care adunat la tensiunile interne remanente pot depăși, la un moment dat, rezistența piesei și deci provoca determinarea ei. Temperaturile de încălzire variază în limite destul de mari, cele mai multe însă încadrîndu-se între 500 și 550°C. Durata de menținere trebuie să fie suficientă pentru egalarea temperaturii în toate părțile piesei; practic aceasta variază între 2 și 8 h. Obișnuit piesele se răcesc în cuptor.

În tabelul 7.1 se dau cîteva regimuri de recoacere a unor piese întîlnite în uzinele noastre.

Tabelul 7.1

REGIMURILE DE RECOACERE PENTRU DETENSIONAREA DIFERITELOR PIESE DIN FONTĂ

Tipul pieselor	Regimul de tratament				
	La încărcare °C	Viteza de încălzire °C/h	Menținere °C	Duratele de menținere h	Durata de răcire h
Capace, ungătoare, carcase, pompe, rotoare (0,01 t)	100—300	110	500—520	2	—
Pistoane (0,2 t)	200	100	520—550	3	
Corpuri, batiuri, plăci, 1,5—15 t	100— 300	70	550—600	6—10	8

Scanned with OKEN Scanner

Tratamentul termic pentru micșorarea durității. Micșorarea durității pieselor este indicată pentru a mări posibilitatea de prelucrare. Duritatea pieselor din fontă este determinată de prezența în structură a cementitei și de aceea calea pentru micșorarea durității este descompunerea cementitei.

Operația de tratament termic, prin care se realizează micșorarea durității, este un tip de recoacere și anume *recoacerea de înmuiere.* Piesele se încălzesc la 850—950°C, cu o durată de menținere la această temperatură de 3—4 h, urmată de o răcire înceată pînă la 300—350°C.

Fontele cenușii perlitice se încălzesc la temperaturi ceva mai joase *Tratamentul termic pentru obținerea structurii fine și omogene.* Cînd se impun structuri fine și omogene, structuri care asigură caracteristici mecanice superioare, piesele se supun unui alt tip de recoacere, numit **normalizare.** Normalizarea constă din încălzirea pieselor pînă la 770—920°C cu menținere la această temperatură timp de 1—3 h, urmată de o răcire în aer.

Datorită răcirii mai rapide pot lua naștere tensiuni interne importante; de aceea piesele complicate se supun apoi unei recoaceri de detensionare.

Tratamentul termic pentru mărirea durității. Deși în urma normalizării se mărește întrucîtva duritatea, totuși tratamentul termic, care se aplică în acest scop, este cunoscut sub numele de **călire.**

La călire, piesele sînt încălzite la temperaturi bine stabilite, după care sînt răcite brusc, obținîndu-se o structură caracterizată printr-o duritate mare. Temperaturile de încălzire a pieselor din fontă sînt cuprinse între 900 și 950°C, mediul de răcire fiind, de obicei, uleiul.

Celelalte caracteristici mecanice (în special rezistența de rupere la tracțiune) ale pieselor scad prin călire. Pentru îmbunătățirea caracteristicilor mecanice și pentru înlăturarea tensiunilor care apar la călire, piesele se supun unui alt tratament termic, numit **revenire.** Temperatura de încălzire pentru revenire este relativ joasă, fiind cuprinsă între 200 și 300°C. Piesele se răcesc în cuptor.

Cea mai sigură și economică metodă de călire, în plus care nu necesită operația de revenire, este *călirea izotermă.* Ea constă încălzirea piesei pînă la temperatura corespunzătoare de călire, și în răcirea într-un mediu cu temperatură constantă, cuprinsă între 250 și 400°C. După scoaterea din baia de răcire piesa se răcește în aer. La acest tip de călire se pot cunoaște cu precizie caracteristicile mecanice.

Scanned with OKEN Scanner

1.2. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR DIN FONTĂ ALBĂ

Tratamentele termice care se aplică pieselor din fontă albă, sînt mult mai puține decît cele care se întîlnesc la piesele din fontă cenușie. Ele sînt:
— recoacerea de maleabilizare;
— tratamentul termic pentru obținerea fontei perlitice de antifricțiune.

Recoacerea de maleabilizare. Cu ajutorul acestei recoaceri se obțin fonte maleabile, procedeele fiind prezentate detaliat în capitolul privind elaborarea fontei maleabile.

Tratamentul termic pentru obținerea fontei perlitice de antifricțiune. Acest tratament constă dintr-o recoacere la 950°C timp de 25—30 h, urmată imediat de o călire de la această temperatură, cu răcire în ulei, după care se aplică o revenire timp de 5—24 h, în funcție de cantitatea de perlită ce trebuie să fie obținută. După aplicarea tratamentului, piesele capătă rezistențe foarte mari la uzură.

1.3. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR DIN FONTĂ CU GRAFIT NODULAR

Fonta cu grafit nodular se poate supune tuturor tipurilor de tratamente termice. Obișnuit însă, piesele turnate din asemenea fontă se supun următoarelor tratamente termice:
— recoacerea grafitizantă;
— recoacere de detensionare;
— normalizare;
— călire și revenire.

Recoacerea grafitizantă. Piesele turnate din fontă cu grafit nodular, avînd în structură cementită liberă, au posibilități de prelucrare reduse, iar fragilitatea este mult mărită. Din acest motiv este necesar ca piesele să fie supuse unei recoaceri grafitizante. Recoacerea grafitizantă constă în menținerea suficientă (pentru descompunerea cementitei) la 950°C și răcire în cuptor pînă la 700°C, cu menținere și la această temperatură (pentru descompunerea perlitei).

Recoacerea de detensionare. Tensiunile interne în piesele turnate din fontă cu grafit nodular sînt de 2—3 ori mai mari decît în cele din fontă cenușie. Toate piesele, cu configurație complicată și cu grosime diferită a pereților, se supun unei recoaceri de detensionare. Temperatura de încălzire este de 620—650°C, durata de menținere cuprinsă între 2—8 h, iar răcirea în cuptor.

Scanned with OKEN Scanner

Normalizarea. Tratamentul de normalizare se aplică în aceleași scopuri ca la piesele turnate din fontă cenușie. De obicei, temperaturile sînt ceva mai înalte (920—950°C).

Călirea și revenirea. Factorii principali ai călirii și revenirii pieselor turnate din fontă cu grafit nodular sînt aproximativ egali cu cei pentru piesele turnate din fontă cenușie. În afară de călirea clasică, pieselor turnate din fontă cu grafit nodular li se aplică, cu mult succes, călirea superficială (piesele se încălzesc numai superficial, pînă la temperatura de încălzire, în timp ce miezul rămîne neîncălzit).

1.4. TRATAMENTELE TERMOCHIMICE ALE PIESELOR DIN FONTĂ

Tratamentele termochimice sînt tratamentele care urmăresc modificarea compoziției chimice a straturilor superficiale ale pieselor, prin încălzirea și menținerea lor într-un mediu solid, lichid sau gazos. În acest mod se obține fie durificarea, fie mărirea rezistenței la coroziune a stratului superficial, cu menținerea plasticității și a tenacității miezului. Aceste modificări ale compoziției chimice se datoresc pătrunderii unor anumite elemente (carbon, azot, crom, aluminiu, siliciu, sulf, fosfor etc.). În interiorul pieselor, pe timpul încălzirii lor, în medii bogate în astfel de elemente. În funcție de mediul activ, principalele tratamente termochimice întîlnite în industrie sînt:

— cementarea (saturarea stratului superficial cu carbon)
— nitrurarea (saturarea cu azot);
— carbonitrurarea (saturarea cu carbon și azot);
— cromizarea (saturarea cu crom);
— alitarea (saturarea cu aluminiu);
— silicizarea (saturarea cu siliciu);
— sulfizarea (saturarea cu sulf etc.

Tratamentele termice care se aplică pieselor turnate din fontă sînt:

— nitrurarea;
— cromizarea;
— silicizarea;
— alitarea.

Nitrurarea. Acest tratament termochimic se aplică pentru mărirea durității și rezistenței la uzură a pieselor din fonte aliate cu crom sau cu aluminiu. Uneori, nitrurarea se aplică și în scopul măririi rezistenței la coroziune în apă și în atmosferă umedă. Piesele care se vor supune nitrurării se vor degresa cu cea mai mare atenție. Temperatura de încălzire pentru nitrurare este cuprinsă între 500 și 600°C.

Scanned with OKEN Scanner

Cromizarea. Se aplică pieselor din fontă care lucrează în condiții deosebit de grele (coroziune și uzură mare).

Silicizarea. Acest procedeu se folosește pentru mărirea rezistențelor pieselor la oxidare și la acțiunea acizilor.

Alitarea. Prin alitare, rezistența în temperaturi înalte a pieselor din fonte nealiate crește, iar tenacitatea se menține.

2. TRATAMENTELE TERMICE ȘI TERMOCHIMICE ALE PIESELOR TURNATE DIN OȚEL

Tratamentele termice și termochimice ale pieselor turnate din oțel care au o importanță practică sînt: recoacerea, călirea, revenirea, cementarea, nitrurarea, carbonitrurarea, cromizarea și alitarea.

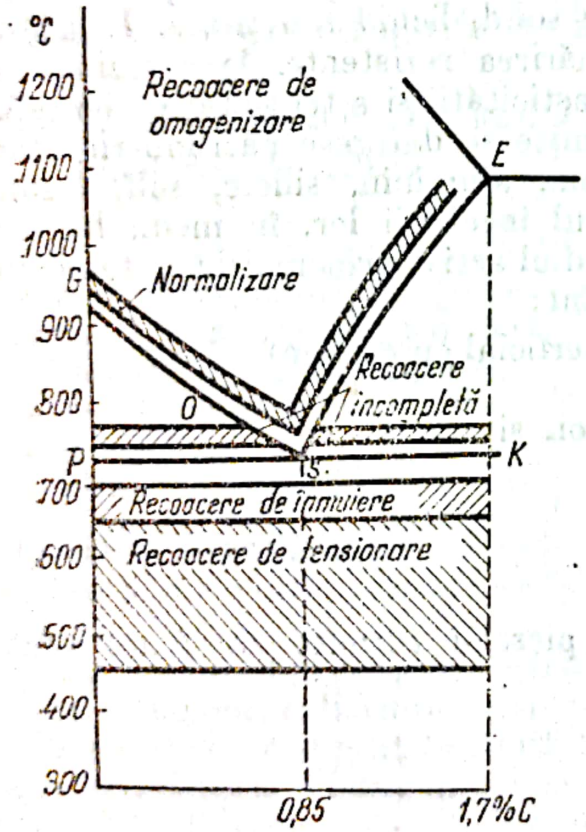


Fig. 7.1. Domeniile temperaturilor de recoacere ale pieselor turnate din oțel.

2.1. RECOACEREA PIESELOR DIN OȚEL

După scopul urmărit, recoacerile care se aplică pieselor turnate din oțel, se împart în:

— de omogenizare;
— de înmuiere;
— de globulizare;
— de detensionare;
— de normalizare.

Recoacerea de omogenizare. Această recoacere constă dintr-o încălzire la temperaturi înalte, în jur de 1 100°C (*fig. 7.1*), un timp suficient de lung. Tratamentul se aplică pieselor turnate care prezintă importante neomogenități chimice și structurale. Deoarece sînt temperaturi înalte, se recomandă ca după recoacere de omogenizare să se aplice recoacere la temperaturi mai joase sau chiar normalizare.

Recoacerea de înmuiere. Scopul principal al recoacerii de înmuiere pentru piesele turnate din oțel este tot mărimea posibilităților de prelucrare prin micșorarea durității. Se realizează menținînd piesele timp

Scanned with OKEN Scanner

îndelungat, la temperaturile indicate tot în fig. 7.1. Piesele din oțeluri eutectoide sau hipereutectoide, obișnuit, se supun unei alte variante a recoacerii de înmuiere numită recoacere de globulizare.

Recoacerea de globulizare. Aceasta constă din încălziri și răciri în jurul temperaturii de 721 °C. Ca urmare a aplicării acestui tratament duritatea scade foarte mult, cementita găsindu-se sub formă globulară (de aici îi provine și numele). Uneori, același lucru se realizează și prin încălzire la o temperatură cuprinsă între 730 și 740°C, menținere îndelungată la această temperatură, răcire foarte înceată pînă la 690—700°C și apoi răcire în aer.

Recoacerea de detensionare. Tensiunile interne remanente la piesele turnate din oțel se înlătură tot printr-o recoacere de detensionare. Factorii principali ai acestui tratament sînt aproximativ egali cu cei recomandați pentru piesele turnate din fontă cenușie.

Normalizarea. Condițiile în care se execută normalizarea pieselor din oțel diferă, foarte puțin, de cele pentru piese din fontă. Piesele din oțeluri aliate, în general, nu se normalizează.

2.2. CĂLIREA PIESELOR DIN OȚEL

Ceea ce deosebește mult călirea pieselor din oțel de călirea pieselor din fontă este temperatura de încălzire. Intervalul temperaturilor de călire a pieselor din oțel carbon nealiat este prezentat, pentru informare, în fig. 7.2.

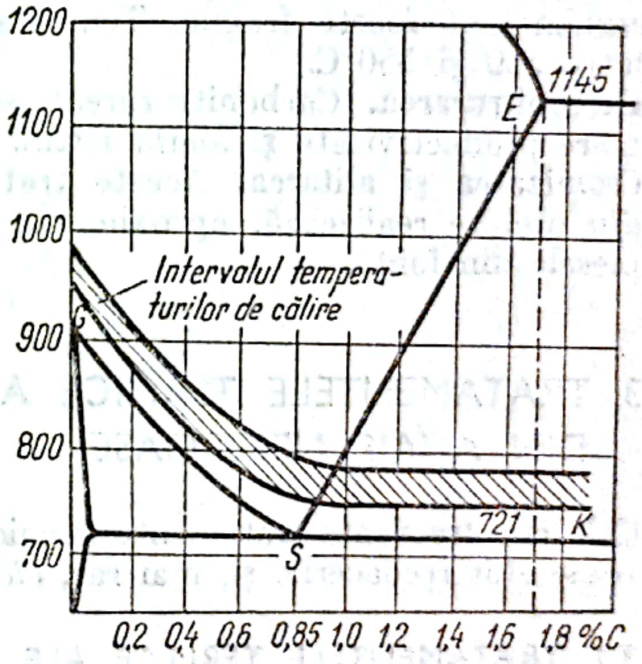


Fig. 7.2. Domeniile temperaturilor de călire pentru oțelurile carbon nealiate.

Pentru că oțelurile cu mai puțin de 0,30% C își modifică foarte puțin caracteristicile mecanice, nu se supun călirii decît piese din oțel cu peste 0,25% C.

Mediile de răcire sînt foarte diferite și anume: apa, uleiul, sărurile topite etc. În ultimul timp s-au pus la punct o serie întreagă de tipuri de medii de călire, care permit tratarea termică a majorității mărcilor de oțel.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. REVENIREA PIESELOR DIN OȚEL

La piesele din oțel se întîlnesc două tipuri de reveniri:
— revenire joasă, ce se aplică pieselor care necesită în funcționare durități mari;
— revenire înaltă, ce se aplică pieselor care necesită și tenacități mari.

2.4. TRATAMENTELE TERMOCHIMICE ALE PIESELOR DIN OȚEL

Tratamentele termochimice care se aplică pieselor din oțel sînt mult mai numeroase decît cele întîlnite la piesele din fontă.

Cementarea. Acest tratament termochimic se aplică pieselor din oțel cu conținut mic de carbon, urmat totdeauna de călire. Cementarea se aplică atît oțelurilor carbon cît și oțelurilor aliate. În general, temperatura de încălzire pentru cementare este cuprinsă între 880 și 920°C, iar mediile de cementare sînt solide, lichide sau gazoase. Se supun cementării acele piese care, în timpul exploatării, sînt solicitate la șocuri și la uzură. Este cel mai răspîndit tratament termochimic.

Nitrurarea. Se nitrurează numai piesele din oțeluri aliate cu aluminiu, titan, vanadiu, wolfram și crom, deoarece straturile formate la oțelurile carbon sînt foarte fragile. Temperaturile de nitrurare sînt cuprinse între 500 și 550°C.

Carbonitrurarea. Carbonitrurarea este un tratament termochimic de mare productivitate și foarte ieftin. Este în curs de extindere.

Cromizarea și alitarea. Aceste tratamente termochimice ale pieselor din oțel se realizează, aproximativ, în aceleași condiții, ca și pentru piesele din fontă.

3. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR TURNATE DIN ALIAJE NEFEROASE

Cele mai frecvente tratamente termice aplicate pieselor din aliaje neferoase sînt recoacerile și, mai rar, călirea.

3.1. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR TURNATE DIN ALIAJE CU BAZĂ DE CUPRU

Alamele. Deoarece piesele din alamă se răcesc foarte repede, structura lor fiind neomogenă, este necesar ca imediat să fie supuse unei recoaceri timp de 3—4 h la 650°C. Starea stabilă a alamelor se realizează prin călire și revenire.

Scanned with OKEN Scanner

Bronzurile. Pentru omogenizarea caracteristicilor mecanice ale pieselor turnate din bronz obișnuit se aplică o recoacere de lungă durată timp de 5—10 h la 600—650°C, urmată de o răcire odată cu cuptorul. Bronzurile cu aluminiu prin călire și revenire își măresc duritatea pînă la 270 *HB*.

3.2. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR TURNATE DIN ALIAJE CU BAZĂ DE ALUMINIU

Piesele din aliaje cu bază de aluminiu sînt supuse tratamentelor termice în vederea îmbunătățirii caracteristicilor mecanice și reducerii tensiunilor interne.

Duraluminiul. Piesele turnate din duraluminiu, obișnuit, sînt supuse tot unor căliri și îmbunătățiri.
Deoarece piesele din duraluminiu, călite, au durități scăzute, se recomandă ca prelucrările prin așchiere să se execute imediat după călire.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. RĂDULESCU, GH. CONST., VULCAN, STAN. **Cartea turnătorului.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.
2. ALBIŢĂ, GH., RĂDULESCU, GH. CONST. **Bazele proceselor de turnare a metalelor şi aliajelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1970
3. RĂDULESCU, GH. CONST., ALBIŢĂ, GH. **Reţele de turnare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1976.
4. RĂDULESCU, GH. CONST. ş.a. **Studiul materialelor,** ediţia a VI-a. Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1970.
5. SCHONBERGER, FRANCISC ŞI MITROFAN, AUREL. **Îndrumător pentru calificarea muncitorilor turnători.** Bucureşti, Editura tehnică, 1970.
6. IORDĂNESCU, PAUL ş.a. **Căi de economisire a metalelor neferoase în industria construcţiilor de maşini.** Bucureşti, Editura tehnică, 1965.
7. DRĂGULIN, M. ş.a. **Muncitorii turnători şi calitatea pieselor turnate.** Bucureşti, Editura tehnică, 1973.
8. SOFRONI, L. **Tehnologia elaborării şi turnării aliajelor,** partea a III-a. Bucureşti, I.P.B., 1971.
9. BUZILĂ, SIMION. **Tehnologia formării.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1967.
10. RĂU, ALEXANDRU. **Elaborarea oţelurilor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.
11. BIDULIA, P.N. **Liteinoe proizvodstvo.** Moscova, Maşinostroenie, 1976.
12. PRYBIL, J. **Teoria liteinih proţessov** (traducere din limba cehă). Moscova, MIR, 1977.

Scanned with OKEN Scanner

13. BRISCAN, D. **Bazele teoretice ale turnării.** Bucureşti, Editura tehnică, 1977.
14. NOSKOV, B.A. DENGHIN, I.N. **Folosirea gazului metan la elaborarea fontelor în cubilou** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1968.
15. ALISTAR, RADU, STERIAN, CONST. **Cubiloul.** Bucureşti, Editura tehnică, 1967.
16. COSNEANU, CONST. ş.a. **Amestecuri de formare fluide pentru turnătorii.** Bucureşti, Editura tehnică, 1969.
17. VULCU. V. ş.a. **Executarea miezurilor şi formelor prin împuşcare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1978.
18. BUZILĂ, SIMION. **Precizia dimensională şi netezimea suprafeţelor pieselor turnate.** Bucureşti, Editura tehnică, 1978.
19. LEBEDEV, V.M. **Turnarea pieselor din aliaje de aluminiu** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1972.
20. ŞTEFĂNESCU, CLAUDIU. **Materiale şi amestecuri de formare pentru turnătorii.** Bucureşti, Editura tehnică, 1971.
21. ŞTEFĂNESCU, CLAUDIU ş.a. **Îndreptar pentru turnători.** Bucureşti, Editura tehnică, 1973.
22. SOFRONI, L. ş.a. **Fonte modificate cu proprietăţi superioare,** Bucureşti, Editura tehnică, 1971.
23. COSNEANU, CONST. ş.a. **Elaborarea aliajelor de turnătorie în cuptoare electrice cu inducţie.** Bucureşti, Editura tehnică, 1974.
24. SOFRONI, L. ş.a. **Fonte speciale.** Bucureşti, Editura tehnică, 1974.
25. SOFRONI. L. ş.a. **Fonta cu grafit nodular.** Bucureşti, Editura tehnică, 1978.
26. SKARBINSKY, M. **Odlewnicze dla produkcji seryjnej.** Varşovia, W.N.T., 1978.
27. SKARBINSKY, M. **Produkcji w odlewni.** Varşovia, W.N.T., 1976.
28. * * * **Atlas internaţional al defectelor deturnare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1977.
29. DROSU, M ş.a. **Turnătoria.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1977.
30. * * * **Lucrările Congresului internaţional de turnătorie.** Bucureşti, 1976.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Prefaţa 3

Capitolul I. MATERIALE ŞI AMESTECURI DE FORMARE 5

1. Materiale de formare 5
2. Amestecuri de formare 11
3. Instalaţii de preparare a amestecurilor de formare 22
4. Regenerarea amestecurilor folosite 25

Capitolul II. GARNITURI DE MODEL 29

1. Consideraţii privind concepţia tehnologică şi proiectarea garniturii de model 29
2. Materiale utilizate la construcţia garniturilor de model 59
3. Confecţionarea garniturii de model..... 60
4. Vopsirea modelelor şi cutiilor de miez 63
5. Inscripţionarea modelelor 64
6. Depozitarea garniturilor de model..... 65
7. Exploatarea şi repararea garniturilor de model.... 65

Capitolul III. FORMAREA ŞI MIEZUIREA..... 67

1. Executarea manuală a formelor şi miezurilor.... 67
2. Executarea mecanizată a formelor şi miezurilor.... 77
3. Metode speciale de formare şi miezuire..... 82
4. Particularităţi tehnologice la obţinerea miezurilor 82
5. Particularităţi în construcţia miezurilor. Armarea miezurilor 84
6. Aerisirea, asamblarea, finisarea şi transportul miezurilor 86

Scanned with OKEN Scanner

7. Uscarea și întărirea chimică a formelor și miezurilor 88
8. Asamblarea formelor 95
9. Executarea formelor permanente 99

Capitolul IV. ELABORAREA METALELOR ȘI ALIAJELOR 118

1. Structura aliajelor turnate în piese..... 118
2. Compoziţiile și caracteristicile mecanice ale aliajelor turnate în piese 125
3. Proprietăţile de turnare ale metalului lichid..... 159
4. Materiile prime folosite la elaborarea aliajelor.... 166
5. Materiale și mase refractare utilizate la elaborare și turnare 172
6. Elaborarea fontelor cenușii 175
7. Elaborarea și producerea fontelor cenușii modificate cu proprietăţi superioare 214
8. Elaborarea și producerea fontelor modificate cu grafit nodular 220
9. Elaborarea și producerea fontelor maleabile..... 230
10. Elaborarea fontelor albe și pestriţe, nealiate..... 233
11. Elaborarea fontelor aliate 233
12. Elaborarea oţelurilor pentru turnarea pieselor. Particularităţile turnării pieselor din oţel..... 240
13. Elaborarea aliajelor neferoase pentru turnarea pieselor 251

Capitolul V. TURNAREA METALELOR ȘI ALIAJELOR 272

Capitolul VI. DEZBATEREA ȘI CURĂŢIREA PIESELOR TURNATE 279

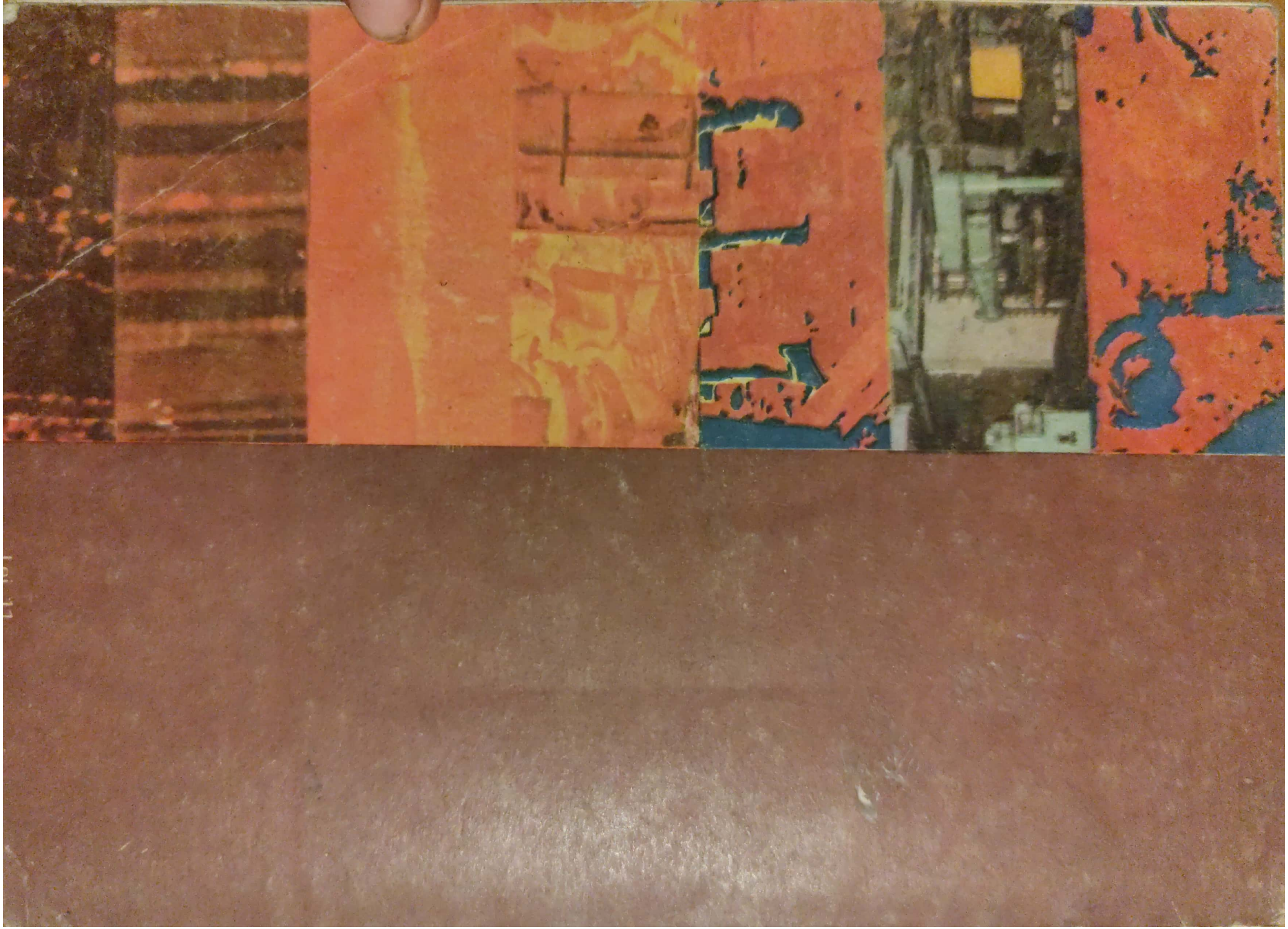
1. Dezbaterea 279
2. Curăţirea 281

Capitolul VII. TRATAMENTELE TERMICE ALE PIESELOR TURNATE 283

1. Tratamentele termice și termochimice ale pieselor turnate din fontă 283
2. Tratamentele termice și termochimice ale pieselor turnate din oţel 288
3. Tratamentele termice ale pieselor turnate din aliaje neferoase 290

Bibliografie 294

Scanned with OKEN Scanner



Scanned with OKEN Scanner